This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

ÉTUDES ET LECTURES

SUR

LES SCIENCES D'OBSERVATION

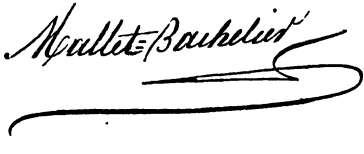
ET

LEURS APPLICATIONS PRATIQUES.

L'Auteur et l'Éditeur de cet ouvrage se réservent le droit de le traduire ou de le faire traduire en toutes langues. Ils poursuivront, en vertu des Lois, Décrets et Traités internationaux, toutes contrefaçons, soit du texte, soit des gravures, et toutes traductions, faites au mépris de leurs droits.

Le dépôt légal de cet ouvrage (IIIe volume) a été fait à Paris dans le cours du mois de février 1857, et toutes les formalités prescrites par les Traités sont remplies dans les divers États avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent Ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, la signature de l'Éditeur, sera réputé contrefait. Les mesures nécessaires seront prises pour atteindre, conformément à la loi, les fabricants et les débitants de ces exemplaires.



PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER, rue du Jardinet, 12.

ÉTUDES ET LECTURES

SUR

LES SCIENCES D'OBSERVATION

ET

LEURS APPLICATIONS PRATIQUES;

PAR M. BABINET,

De l'Institut (Académie des Sciences).

TROISIÈME VOLUME.

PARIS,

MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1857

(L'Auteur et l'Éditeur de cet Ouvrage se réservent le droit de traduction.)

198. g. 80.

BIBLIOTHECA·BODLEIANA

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Du Diamant et des Pierres précieuses... 9

Des Phares et de la Lumière artificielle. 93

Physique du globe 127

Quillebœuf..... 173

La Méditerranée..... 215

De la Pluralité des mondes..... 259

DU DIAMANT

ET

DES PIERRES PRÉCIEUSES.

DU DIAMANT

ET

DES PIERRES PRÉCIEUSES.

Le diamant, appelé par les Grecs et les Latins *adamas*, indomptable, à cause de sa dureté et de sa non-frangibilité, a fixé l'attention des amateurs de pierres précieuses dès la plus haute antiquité. — Quant à la dureté, dit Lucrèce, les diamants sont en première ligne, et ils ne redoutent point le choc du marteau.

> ..... Adamantina saxa
> Primâ acie constant, ictus contemnere sueta.

La seconde de ces deux particularités est bien plus contestable que la première, et, malgré toutes les assertions fabuleuses des auteurs anciens, le diamant, qui raye tous les corps et n'est rayé par aucun, est susceptible de *clivage*, c'est-à-dire qu'en dirigeant le tranchant d'une lame d'acier dans le sens des lames naturelles de la pierre, on la fait éclater et on la divise sans beaucoup de difficulté. Lorsque les rudes Helvétiens s'emparèrent des trésors que contenait la tente de Charles le Téméraire, plus somptueuse que celle des rois, ils partagèrent avec la hache quelques-uns des diamants de ce

princes, au grand détriment de la valeur de ces pierres, qui, dans leur intégrité, avaient un prix infiniment supérieur à celui des morceaux qu'ils se distribuaient.

Si l'on ouvre les compilations de la renaissance, on y trouve une masse d'érudition indigeste sur les gemmes. Malgré l'incertitude des noms appliqués à plusieurs pierres précieuses, on lit toujours Pline, compilateur lui-même d'ouvrages plus anciens qui sont perdus, mais surtout écrivain de premier ordre, qui osa composer l'*histoire de la nature*, comme on avait, avant lui, composé celle de divers peuples. Ce mot *histoire naturelle* est devenu depuis longtemps d'un usage si familier, que cette idée d'écrire l'histoire des êtres qui composent le monde, minéraux, végétaux et animaux, a tout à fait perdu pour nous son originalité. Il n'est pas inutile d'insister sur ce point, que la science, dans ses progrès continus, est devenue de plus en plus modeste, car chez les Grecs le mot nature, *physis*, avait pour signification la génération ou l'origine des êtres. Le même mot chez les Romains se rapportait à la naissance des êtres sans remonter à leur principe. Enfin, chez nous, le mot *nature* s'applique à l'ensemble des êtres de toute sorte qui constituent, occupent ou peuplent le monde physique, indépendamment de la cause ou des moyens qui les y ont placés. Là, comme partout ailleurs, la science, pour devenir positive et faire des progrès réels, a quitté les ambitieuses spéculations métaphysiques pour les sages observations de la nature, et la théorie pour les faits.

Il ne serait pas sans intérêt de suivre l'histoire des gemmes à travers celle de l'humanité, depuis l'éphod

d'Aaron jusqu'à la croix pastorale de Mgr l'archevêque de Paris; depuis les offrandes de rubis, de saphirs, d'émeraudes, de diamants, de topazes, de sardoines, d'améthystes, d'escarboucles, de pierres d'aimant, faites dans les temples de Jupiter et des autres divinités païennes, jusqu'aux richesses de même nature qui, avant le XVIe siècle, s'étaient accumulées dans ce qu'on appelait le trésor des basiliques chrétiennes. On conserve encore à Rome une émeraude du Pérou, envoyée en hommage au pape après la conquête de ce pays. On doit cependant remarquer que ces précieux dépôts, provenant de la piété des fidèles, n'ont pas toujours été fidèlement respectés. Lorsque la réformation de Luther et de Calvin dans les pays allemands, et plus tard la révolution française dans les pays restés catholiques, transmirent aux autorités civiles la possession de ces richesses votives, on a pu constater que bien des substitutions frauduleuses avaient été opérées, et que le strass avait bien souvent remplacé la gemme primitive.

La fameuse exposition de Londres en 1851 s'enorgueillissait d'un grand diamant, le *Koh-i-noor* (*montagne de lumière*), enlevé aux *maha-radjas* de l'Inde et envoyé à la reine Victoria. Cette pierre, aussi mal taillée que mal éclairée, ne produisait aucun effet. La taille du *Koh-i-noor* a occupé les derniers loisirs du grand Wellington; quant à son antiquité, on a prétendu que ce diamant avait été porté par Karna, roi d'Anga, *trois mille et un ans* avant notre ère. Notez ce chiffre précis, 3001 ans! A cela je n'ai rien à objecter; je me porte même garant de cette curieuse assertion, car qui me démentira dans ce témoignage?

On en peut dire autant de toutes les propriétés merveilleuses des pierres gemmes que l'antiquité et le moyen âge ont admises sans hésiter, comme ils admettaient les influences des planètes, des comètes et des aspects célestes. Pour toutes les cures de maladies nerveuses et morales où l'imagination peut avoir une grande influence, les gemmes étaient certes un remède souverain. En disant à un malade qu'une émeraude placée sous le chevet de son lit devait le guérir de l'hypocondrie, éloigner le cauchemar, calmer les palpitations du cœur, égayer l'imagination, apporter la réussite dans les entreprises, dissiper les peines de l'âme, on était sûr du succès par la croyance seule du malade à l'efficacité du remède. L'espérance de la cure dans ces affections est la cure elle-même, et dans toutes les nombreuses circonstances où le moral a eu de l'influence sur le physique, la cause imaginaire devait produire un effet très-réel. Enfin cette éternelle déception de l'esprit humain, qui n'enregistre que les guérisons et qui ne met pas en ligne de compte tous les cas où les moyens curatifs ont manqué le but, contribuait à maintenir la croyance aux vertus occultes des pierres précieuses. Il n'y a pas un demi-siècle que l'on envoyait encore emprunter dans les familles riches des pierres montées en anneaux pour les appliquer sur les parties malades. Quand le bijou devait être introduit dans la bouche pour cause de mal de dents, de mal de gorge ou de mal d'oreille, on avait soin de le retenir par une ficelle assez forte pour éviter qu'il ne fût avalé par le malade.

Il est inutile de dire qu'aujourd'hui, si l'on demande ce que sont devenues toutes ces croyances incontesta-

bles pour nos pères, on répondra qu'elles sont allées avec les influences lunaires, si puissantes au temps de Louis XIV, prendre place dans le magasin immense des erreurs de l'esprit humain : vieille friperie qui n'est pas encore tellement usée, que de temps en temps on n'en retire quelque chapeau ou table tournante, quelque miracle ridicule, ou même telle autre chose actuelle que le lecteur voudra bien nommer. Ce qu'il y a de curieux, c'est de voir, sous l'étendard du scepticisme, plus d'un écrivain qui, suivant le conseil de Voltaire,

> Crie à l'impie, à l'athée, au déiste,
> Au géomètre!

anathème que ne lancent plus depuis longtemps les *auteurs disant la messe!*

Pour trouver quelque chose de plus poétique que ces misères, il faut lire dans Lucain la description du festin donné à César par les souverains d'Égypte, Cléopâtre et son frère. La reine pliait sous le faix de ses ornements. Le vin était bu dans de grandes coupes creusées dans des pierres gemmes :

> Gemmæque capaces
> Excepere merum.

Rien n'y manque, pas même le vin mousseux chanté par Pindare. César est ébloui de cette magnificence ; il a honte d'avoir fait la guerre à un *pauvre,* à un *indigent* comme Pompée ! C'est sans doute pour se relever de cette humiliation que le même capitaine se procura peu de temps après, dans les dépouilles de Juba, roi de Mauritanie, des tables de bois de citronnier incrustées

de pierreries, et estimées *dans les prix* de un à deux millions de francs.

Les pierres précieuses ont donc été de tout temps en grande estime, et le seront sans doute tout autant dans les siècles à venir. Lorsqu'aux somptuosités des cours de l'Orient et des citoyens romains enrichis des dépouilles du monde on compare notre luxe moderne, nous avons l'infériorité sur bien des points, excepté pour les diamants. Si dans une des brillantes réunions actuelles des Tuileries on apprécie la valeur des diamants, même en défalquant les parures en strass, on trouve que notre richesse française, quoique plus disséminée, ne le cède en rien à la richesse romaine tant vantée, pas plus que le vin mousseux de Champagne servi aux invités ne le cède aux crus antiques, grecs et romains, qui offraient la même particularité.

L'étude des pierreries, qui peut paraître frivole lorsqu'on ne voit en elles que des objets d'ornement, se relève lorsqu'on les considère du côté de l'importante question du commerce et sous le point de vue de l'optique et de la minéralogie, deux des sciences auxquelles notre époque a fait faire le plus de progrès. Le sévère Haüy, le créateur de la minéralogie cristallographique française, n'a pas dédaigné de composer un livre sur les pierres précieuses, où, fort de toutes les notions de la physique, de la chimie, de la mécanique et de l'optique, il ne laisse aucune place à l'indécision sur les caractères d'une pierre taillée quelconque. Il n'est guère d'ouvrages qui contiennent si peu d'erreurs que ce traité d'Haüy. L'auteur indique dans sa préface qu'il a eu recours aux lumières pratiques de M. Achard, lapidaire

et minéralogiste, qui lui a fait connaître toutes les dénominations en usage. « Je dois, dit-il, un témoignage de reconnaissance à M. Achard, l'un des joailliers de cette ville les plus éclairés sur tout ce qui se rapporte aux objets de son commerce. » J'en puis dire autant de M. Achard fils, que j'ai connu lorsque je me livrais aux études d'optique qui m'ont ouvert les portes de l'Institut, et qui m'avait été indiqué par M. Haüy lui-même. Ce joaillier expert, qui est maintenant à la tête d'une de nos premières maisons de Paris, joint à l'expérience et à la probité de son père une pratique que la science, aidée de notions théoriques, ne trouve jamais en défaut. Je n'aurais même pas écrit avec assurance ces pages sur le diamant et les pierres précieuses, si je n'eusse pu compter sur la collaboration consultative de M. Achard.

Qu'est-ce que le diamant? C'est ce qu'il y a de plus précieux et de plus cher au monde. Qu'est-ce que le charbon? C'est la matière usuelle la plus commune et une de celles que l'on trouve en dépôts immenses dans les entrailles de la terre, en même temps que les plantes, les arbres de toute espèce en contiennent une inconcevable quantité. L'argent peut à peine payer le diamant, car si l'on imagine un diamant pur du poids d'une pièce de 25 francs, il pèsera environ 125 carats et vaudra au minimum 4 millions de francs, tandis qu'un poids pareil de charbon n'aura, même avec les pièces de cuivre les plus petites, aucune valeur assignable. Et cependant le diamant et le charbon sont identiques : le diamant n'est que du charbon cristallisé.

Lorsqu'une substance quelconque tenue en fusion dans

de l'eau ou tout autre liquide vient à se déposer tranquillement, il en résulte un produit auquel on était loin de s'attendre. Ce n'est point un corps compacte comme une pierre, un caillou, un morceau de pavé ou de moellon tiré d'une carrière et n'offrant aucune forme déterminée. Si le corps fondu dans l'eau est du sel ordinaire, du salpêtre, du sucre, de l'alun, le dépôt laissé par l'eau en s'évaporant affectera des formes régulières et telles que l'art les aurait produites avec le secours de la géométrie. Le sel offrira des figures carrées en tout sens, et ses grains seront ce que la géométrie appelle des *cubes*. Telle serait la forme d'un livre qui, coupé carrément, aurait autant de hauteur que de largeur, et autant d'épaisseur que de largeur ou de hauteur. Telle est encore la figure connue d'un dé à jouer, que les Grecs appelaient techniquement un *cube*, et même chez eux le mot *cuber* désignait l'action de jouer aux dés. Si c'est du salpêtre, on obtiendra des tiges ou baguettes allongées ayant quatre côtés plats, et terminées par deux bouts sans pointes. Le sucre prendra la forme connue sous le nom de *sucre candi*, et qui se rapporte à un cube écrasé dans lequel les faces sont posées obliquement l'une sur l'autre. Enfin l'alun offrira en tout sens une double pointe carrée, comme si, prenant une petite règle carrée, on lui faisait à l'un des bouts une pointe formée de quatre biseaux aboutissant à un même point. Cette pointe porte le nom de *pyramide*, par assimilation à la forme géométrique de pyramide carrée qu'offrent les pyramides d'Égypte. Cette même pointe ou pyramide porte dans les arts le nom de *pointe de diamant*, car c'est précisément sous cette forme que la na-

ture nous offre le charbon cristallisé ou diamant. Après que les chimistes eurent découvert que le diamant n'était que du charbon disposé sous forme régulière, on espéra pouvoir répéter dans le laboratoire les opérations de la nature, et faire du diamant avec du charbon; mais jusqu'ici la nature a gardé son secret. Elle triomphe dans l'art de se cacher, comme le dit Lucain de la source du Nil :

Sed vincit adhuc natura latendi.

On appelle *cristaux* ces produits géométriques réguliers de la nature. Ils sont à faces lisses et polies, avec des arêtes droites et bien dressées ; ils offrent des plans parfaits, tels que l'acier tranchant ou la roue du lapidaire aurait pu les produire. De plus, ils sont transparents comme l'eau pure, le verre ou le cristal de nos verreries. Leur couleur, quand ils ne sont pas blancs, ne nuit pas à leur limpidité ; le rouge du rubis, le bleu du saphir, le jaune de la topaze, le vert de l'émeraude, le violet de l'améthyste, le rose du spinelle, le cramoisi du grenat, n'empêchent pas qu'on voie au travers, et le diamant lui-même, quand il est coloré comme le diamant bleu de M. Hope, unique dans sa beauté, est aussi limpide et aussi pur que s'il eût été sans couleur. La chimie nous offre plusieurs centaines de cristaux de diverses formes variant avec la nature de la substance qui les compose, et que la minéralogie ne nous présente point. En revanche, la nature a produit dans le cours des âges, et sous l'influence d'actions à peine encore soupçonnées, des cristaux que l'art n'a pu jusqu'à ce jour imiter. Tel est expressément le diamant,

telle est aussi l'émeraude, tels sont plusieurs autres minéraux, non compris parmi les gemmes. Ce sont ces formes géométriques que le célèbre Haüy étudia pendant un grand nombre d'années avant et depuis le commencement de ce siècle, et dont il créa une science nouvelle, l'un des titres de gloire de l'esprit humain. Bacon disait : « Plusieurs se succéderont, et la science s'augmentera ; *multi pertransibunt, et augebitur scientia.* » Espérons qu'un esprit lucide et profond aura l'art d'exposer clairement et complétement ces titres de noblesse de la pensée humaine, en rendant justice à tous les inventeurs. Telle était l'intention exprimée par Napoléon quand il demanda le fameux rapport sur les prix décennaux, dont l'idée sera probablement reprise. Pythagore et Platon avaient sans aucun doute la notion des formes cristallographiques, lorsque dans leurs écoles ils énonçaient ce bel axiome, que la nature se livre à des opérations géométriques dans les profondeurs de la terre, et que Dieu *géométrise sans cesse,*

Ἀεί Θεὸς γεωμέτρει.

Les anciens alchimistes étaient d'avis que la pierre philosophale devait être faite avec la matière la plus vile possible. Nos ancêtres, plus au fait que nous des rêveries relatives au grand œuvre, riaient aux éclats lorsqu'à la comédie italienne Arlequin alchimiste veut, d'après cette théorie, mettre le vieux Cassandre, adepte nouveau, dans un creuset de grandeur d'homme. Ces plaisanteries seraient aujourd'hui inintelligibles ; mais la nature, dans la production des pierres précieuses, semble avoir suivi l'idée des alchimistes en produisant

les gemmes les plus belles avec les substances les plus communes. Elle prend un peu de charbon noir, sale et pulvérulent ; elle en fait un diamant transparent, d'une dureté et d'un éclat sans pair, et d'un prix au-dessus de toute comparaison. Elle prend un peu de la glaise que le potier de terre et le faiseur de briques façonnent en ouvrages grossiers, puis, la colorant avec un peu de fer, elle produit un rubis, un saphir ou une topaze orientale. Un peu de caillou cristallisé avec quelques légers mélanges accessoires lui donne la topaze proprement dite, l'émeraude et l'améthyste. Plusieurs de ces dernières gemmes ont été reproduites par Ébelmen dans les fourneaux de Sèvres, comme sans doute la nature les avait élaborées dans ses vastes usines volcaniques par une de ces opérations mystérieuses qui ont valu au Vésuve le titre de *fabricant de cristaux*. Tout le monde connaît l'apostrophe chagrine de Jean-Jacques Rousseau, qui reprochait au chimiste Rouelle de détruire la farine en l'analysant, et qui lui demandait de faire de la farine avec les ingrédients chimiques qu'il y trouvait, plutôt que de détruire de la farine déjà toute produite. Qu'aurait-il dit s'il eût vu les chimistes faire avec un diamant un peu de charbon, comme ils eussent fait avec une petite branche de bois ou un petit morceau de sucre, sans pouvoir avec du charbon faire un diamant de prix ?

Les contrées les plus favorisées sembleraient donc être celles qui contiennent des mines de diamant ou de charbon cristallisé. Il n'en est rien. Les mines de Golconde et de Visapour dans l'Inde, du Brésil en Amérique, de l'Oural et de Bornéo, ne valent pas un de ces dépôts de charbon de terre dont la nature, un peu

avare pour la France et encore plus pour la vaste Russie, a doté si libéralement la petite Belgique, l'Angleterre au territoire si restreint, et l'immense étendue des États-Unis, auxquels, suivant l'expression grecque, *il ne manque rien*. Là, le charbon de terre est si commun et d'une exploitation si facile, qu'on trouve de l'avantage à l'embarquer sur l'Ohio pour le transporter à la Nouvelle-Orléans, à près de 2000 kilomètres, plutôt que d'abattre les bois voisins de cette ville, qui sont aussi abondants que peu élevés en valeur. Pour fixer les idées, nous dirons que la riche Angleterre ne reçoit en pierreries (diamants et gemmes) qu'environ pour 12 ou 13 millions de francs chaque année, tandis qu'elle tire de ses mines de charbon de terre, tant en combustible vendu en nature qu'en combustible employé à produire du fer, la somme énorme de 500 millions de francs par an. Quelle mine précieuse que ce charbon, que ce diamant non cristallisé !

On trouve ordinairement le diamant empâté dans une sorte de ciment naturel rougeâtre, assez analogue à nos briques de terre glaise ferrugineuse. Quelquefois on brise la roche qui contient ce ciment ; d'autres fois on recueille le sable du fond des torrents ou bien la terre qui a reçu les détritus des roches diamantifères, et au moyen de lavages successifs on exclut les pierres et le sable le plus grossier pour trier ensuite à la main ce qui reste de la quantité primitive soumise au lavage. Les diamants sont toujours voilés d'une espèce de dépoli qui semble attester l'action chimique de la formation cristalline. Presque tous les autres cristaux, et notamment le caillou cristallisé ou *cristal de roche*, ont un

aspect infiniment plus brillant. Que M. Achard vous montre une sébile de diamants bruts, tout raboteux et tout ternes : vous ne concevrez de l'estime pour le contenu que quand il vous dira combien de fois 20,000 francs il y a dans cette assiette de bois ou de carton ; mais que, vous ouvrant des paquets de papier blanc remplis de diamants travaillés, il fasse briller à vos yeux leurs mille étincellements et leurs feux d'arc-en-ciel, vous ne reconnaîtrez plus vos petits cailloux ternes de tout à l'heure. Si Socrate, qui considérait l'homme non instruit comme un bloc de marbre dont l'art devait ensuite tirer une belle statue, avait eu sous les yeux la transformation du diamant brut au moyen de la taille, il eût certainement adopté cette comparaison de préférence. Cependant la différence de prix entre le diamant non taillé et le diamant taillé est nulle, car si d'une part un diamant brut perd la moitié de son poids par la taille, il double de prix par cette opération, sans compter que la poudre qui résulte de ce qu'on lui enlève a encore dans les arts une valeur considérable, et qu'on l'emploie à polir plusieurs gemmes et le diamant lui-même.

Les anciens ne paraissent pas avoir soupçonné que le diamant pût être taillé ; ils ne connaissaient que le diamant à pointes naturelles, ayant huit faces triangulaires et formant en tout sens une double pyramide. C'est un artiste de Bruges, nommé Louis de Berquen, qui, vers le milieu du xve siècle, eut l'idée de le tailler en usant d'abord deux diamants l'un contre l'autre. En effet, si, après avoir monté deux diamants naturels sur deux tiges ou manches en bois, on les frotte pointe

contre pointe, on émousse peu à peu celles-ci, et on fait naître en place une face artificielle non polie. Le diamant, dans cette opération, fait entendre un bruit sec et aigre, comme on doit l'attendre d'une matière si dure, qui s'égrène péniblement. Cette face faite, il faut la polir ; pour cela, on a une plaque ronde d'acier ou de fonte qui tourne rapidement comme une meule posée à plat. Il va sans dire que, si on appuyait le diamant sur cette espèce de meule, on mettrait plus d'un siècle à en polir une face. Tout ce qu'on obtiendrait, ce serait un sillon profond, une entaille circulaire que le diamant creuserait dans le fer ou l'acier. Pour user et polir la face posée sur la meule, Berquen eut l'heureuse idée de saupoudrer de poussière de diamant mouillée d'huile la surface de la meule sur laquelle le diamant était posé ; alors l'effet désiré se produisit. La face obtenue par égrènement devint régulière et plane, puis ensuite elle prit un poli parfait : on fut donc maître de donner à un diamant toutes les facettes désirées. Des essais successifs indiquèrent la forme la plus avantageuse à choisir, et voici les deux tailles principales auxquelles on s'arrêta.

La première est celle qui porte le nom de *taille en brillant*. Il faut, pour cette taille, avoir un diamant à pointes, ou le ramener à cette forme par un travail préliminaire. Ensuite on abat un peu plus de la moitié de la hauteur de la pointe ou pyramide carrée qui est au-dessus, on abat environ un demi-quart de la hauteur de la pyramide d'en dessous, — et alors la lumière, entrant par la grande face que l'on a faite en dessus, allant frapper le fond formé par la petite

face, revient en avant, puis, traversant les faces de côté, éprouve l'action connue sous le nom d'*effet prismatique*. On sait en quoi consiste cet effet : la lumière blanche se décompose dans les sept couleurs de l'arc-en-ciel, savoir, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, le violet, et ces couleurs, venant à l'œil, lui montrent le rayon rejaillissant teint des plus vives couleurs : c'est ce qu'on appelle les *feux* du diamant. Pour que cet effet se produise, il ne faut pas que la lumière éclairante soit trop volumineuse, car il y aurait recouvrement des diverses couleurs et reproduction du blanc. Il ne faut pas non plus que les facettes du diamant soient trop larges, car alors l'œil recevrait toutes les couleurs à la fois, ce qui reproduirait encore du blanc. Les gros diamants taillés à larges facettes, comme le *Régent*, qui appartient à la couronne de France, et le *Koh-i-noor*, qui appartient à celle d'Angleterre, sont taillés à facettes beaucoup trop grandes et trop peu nombreuses. Il aurait fallu remplacer la grande face d'en dessus, qu'on appelle la *table*, par une série de facettes plus petites taillées en échelons ou en retraite, comme on le fait pour les pierres de couleur. Je n'hésite point à prononcer que le diamant anglais, réduit par la taille à 102 3/4 carats (1), a été taillé suivant le système désavantageux des facettes peu nombreuses, lequel convient aux pierres de médiocre dimension.

Voici au reste le procédé infaillible par lequel j'étu-

(1) Le carat anglais est de 205,4 milligrammes, et le carat français de 205,5 milligrammes.

die l'effet d'un diamant : je perce un carton blanc d'un trou un peu plus grand que la grosseur du diamant à essayer, puis, faisant passer un rayon de soleil au travers de ce trou, j'oppose à ce rayon la pierre à essayer en la mettant à une certaine distance du trou derrière le carton, mais de manière à ce qu'elle reçoive en plein le rayon solaire sur la face antérieure, où est la table. Aussitôt on voit le reflet de la table se marquer sur le carton par une figure blanche semblable à la table elle-même. Tout à l'entour sont de petites bandes irisées des couleurs primitives de la lumière, dont les principales sont le rouge, le jaune, le vert, le blanc et le violet. Alors, si les couleurs sont bien séparées dans ces petites bandes irisées, si le nombre de ces petites bandes est considérable, si elles sont espacées bien également autour du reflet blanc de la table, le diamant est bien taillé. Chacune de ces bandes donne un des feux du diamant, et l'on peut ainsi les compter. On pourra donc désormais exprimer pour un diamant le nombre, la qualité et la symétrie de ses feux, et étudier ultérieurement la taille la plus convenable à lui donner. C'est une étude qu'aucun physicien n'a encore tentée, et que j'ai toujours moi-même ajournée, étant (comme dit Homère) « pressé par un autre travail : »

Ἐπεὶ πόνος ἄλλος ἐπείγε.

Le procédé expérimental que je viens de décrire servira à vérifier l'effet attendu. En l'absence du soleil, une lampe électrique de Duboscq permettra de compter les feux de la pierre et d'en étudier la disposition.

La seconde espèce de taille, que l'on appelle, je ne

sais pourquoi, *taille en rose*, consiste à laisser au diamant une large face plane en dessous et à recouvrir le dessus de plusieurs facettes pour obtenir par le reflet sur la face d'en dessous des feux semblables à ceux du brillant. On emploie cette taille pour des pierres de forme plate qu'on aurait trop diminuées de poids en les ramenant à la forme de brillant. C'est ainsi qu'était le diamant indien d'Angleterre, quand il a été présenté à la reine. En le taillant en brillant, on l'a réduit de 186 carats anglais à 103 environ. Je n'ai pas besoin de dire qu'au moyen de mon procédé on vérifiera l'effet de la taille en rose ainsi qu'on vérifie celui de la taille en brillant. Comme pour la taille en brillant, évitez les trop grandes facettes pour les diamants trop gros.

On n'est pas bien d'accord sur l'identité du diamant qui porte le nom de Sancy, l'un des capitaines de Henri IV. Tous les diamants auxquels on a donné ce nom pesaient de 55 à 70 carats; mais tous étaient taillés en poire aplatie presque ronde ayant la forme dite de *pendeloque*, et facetés en dessus et en dessous, avec une très-petite table en dessus. Evidemment les rayons, entrant par les diverses facettes du dessus, vont se refléter sur les facettes du dessous et reviennent, en s'irisant, repasser par les diverses facettes du dessus. Plusieurs strass taillés ainsi m'ont donné d'admirables effets, et je crois que c'est d'après ce modèle qu'on aurait dû tailler, sans grande perte de poids, et le diamant royal d'Angleterre, et le beau diamant brut désigné sous le nom d'*Étoile du Sud*, qui a été récemment présenté par M. Dufrénoy à l'Académie des

Sciences. Cette taille, que je hasarderai d'appeler *taille Sancy*, mérite autant d'être étudiée que la *taille en brillant* et la *taille en rose*. M. Achard se propose de l'essayer d'abord sur le faux (le strass) et ensuite pour le diamant.

L'industrie de la taille du diamant est complétement nulle en France. Il n'existe aujourd'hui à Paris qu'un seul diamantaire, arrivé récemment de Hollande. Tout se taille à Amsterdam. Cependant les Français semblent être nés pour tout ce qui exige de la dextérité et du goût. C'est ainsi que la fabrication des glaces et des meubles ornés d'incrustations n'a pu nous être enlevée ni par les Anglais, qui, faisant très-bien, produisent à un trop haut prix, ni par les Allemands, qui travaillent à bas prix, mais sans élégance. Il nous manquerait, dit-on, les matières premières, et il nous faudrait des traités avec le Brésil, qui produit aujourd'hui presque tout le *brut* arrivant sur les marchés d'Europe, et avec les grandes Indes, qui n'ont guère de princes indépendants de l'Angleterre. Cependant on voit chez M. Halphen des diamants à pleines sébiles, dont la taille pourrait occuper plusieurs ouvriers français. Ne pourrait-on donner à ces ouvriers quelques subventions en logement ou en outils qui leur permissent de travailler à prix convenable pour les importateurs de diamants? Cette idée était déjà celle de M. Achard, qui en a étudié la réalisation. Le travail exquis du strass à Paris est garant de ce que feraient les ouvriers français en fait de taille dure. En attendant, j'apprends que le pauvre Gallais, le dernier diamantaire français, est mort de faim, comme tous ceux qui l'ont précédé à Paris.

Si un seul point lumineux multiplié par les facettes du diamant produit plusieurs feux colorés, il est évident qu'avec plusieurs points lumineux on obtiendra des feux bien plus nombreux et plus agréables à l'œil. C'est ainsi que l'illumination aux bougies ou aux petits becs de gaz à nu est infiniment plus favorable à l'éclat des diamants que l'illumination par des lampes ou becs de gaz entourés de gros globes de verre dépoli. Il y a quelques années, c'était la mode (qui peut-être subsiste encore) pour les dames parées qui assistaient à l'Opéra d'aller pendant l'entr'acte prendre des glaces dans les salons de Tortoni. La pièce d'entrée, sans doute pour éviter l'effet du vent, était éclairée par des lampes à globe; la seconde l'était par un lustre à bougies. Or, en suivant de l'œil la marche d'une dame couverte de diamants et passant d'une pièce à l'autre, il se faisait à l'entrée de la pièce illuminée par des bougies une radiation telle, que l'œil le plus distrait en eût été frappé; et l'on a pu entendre plus d'une fois une exclamation d'étonnement à la vue d'un effet si inattendu. Ajoutons que, dans les soirées de contrat où l'on expose l'écrin de la fiancée à la curiosité du public, on met souvent deux grosses lampes pour éclairer la table sur laquelle est posé cet écrin. C'est une maladresse. Faites apporter deux candélabres de quatre ou cinq bougies chacun, et vous changerez comme par magie l'effet des diamants, dont l'ensemble fera tout de suite ce qu'on appelle *parterre* ou *corbeille de fleurs*.

Lorsque j'ai été invité à voir des collections d'amateur qui renfermaient un beau diamant princier (au-

dessus de 10 carats), je me suis donné souvent le plaisir de lui faire produire tous ses feux en allumant devant une glace posée sur une cheminée de marbre huit ou seize bougies. Le reflet de la glace doublait le nombre des bougies; alors, en tournant le dos à la glace et tenant le diamant à la hauteur de la tête, en face de l'œil, on obtenait, en le secouant haut et bas et le faisant miroiter, des effets ravissants et tout à fait inconnus au propriétaire. Si ce bel effet eût été connu du prince Potemkin, qui jouissait en sybarite de la société de ses beaux diamants, avec lesquels, dit-on, il se délassait des ennuis de la grandeur, je ne doute pas qu'il n'eût encore obtenu plus de plaisir de sa contemplation favorite. Je ne pense pas apprendre quelque chose aux dames qui tiennent à faire briller leurs riches parures en leur conseillant de donner la préférence aux salles illuminées par des lustres à bougies. Dans les vastes appartements des Tuileries, rien n'est plus facile à remarquer que le désavantage des diamants dans celles des salles qui sont illuminées par des globes dépolis. La marche, la danse et tous les mouvements du corps, quelque légers qu'ils soient, sont aussi très-favorables au jeu des feux de cette belle et précieuse gemme.

On a remarqué que le prix des diamants est resté à peu près invariable depuis plusieurs siècles. Le diamant parfait pesant un carat (205 1/2 milligrammes) se paye environ 200 francs; s'il pèse le double, on double deux fois ce prix, ce qui fait d'abord 400 francs, puis, doublant encore, 800 francs. Un diamant de 10 carats vaudrait dix fois 200 ou 2,000 francs, puis, décuplant toujours,

on aurait 20,000 francs ; ce serait plus qu'un beau solitaire. Quoiqu'il n'entre pas dans notre plan de parler de la mise en œuvre des diamants et de la manière de les monter, ce qui est à proprement parler de la joaillerie ou de la bijouterie, nous dirons que récemment on a obtenu d'admirables effets, et avec une grande économie de prix, en substituant à une pierre très-grosse et très-chère une pierre de dimensions moindres entourée de huit brillants d'un carat. En supposant au milieu une pierre de 4 carats, dite *milieu de collier*, valant 3,200 fr., et 8 carats à l'entour valant 1,600 fr., on aura pour 4,800 francs un effet égal à la pierre unique de 10 carats, dont la valeur est de 20,000 à 25,000 francs.

Les mines de l'Inde, à Golconde, à Raolconde, à Visapour, ont été longtemps en possession d'approvisionner de diamants le marché du monde entier. Plus tard, le Brésil apporta ses produits, presque toujours marqués d'une légère teinte jaunâtre, qui contrastait avec le blanc parfait des diamants indiens. C'est aujourd'hui le Brésil qui envoie en Europe par l'Angleterre tous les diamants qui, après avoir été portés à la taille à Amsterdam, reviennent à Londres et à Paris, pour être montés et mis dans le commerce. Bornéo fournit aussi quelques centaines de carats. M. de Humboldt avait conjecturé, d'après la nature géologique des monts Oural, qu'il devait s'y trouver des diamants, et l'expérience a justifié la théorie. Il ne paraît pas cependant que ces gisements soient exploités comme mines productives. L'Algérie avait été signalée comme donnant quelques diamants, et l'on en avait vu quelques-uns entre les mains d'ama-

teurs de minéralogie à Paris; ces envois, provenant de gisements vrais ou supposés, n'ont point eu de suite. On peut en dire autant jusqu'ici de l'Australie et de la Californie. En général, la quantité des diamants en circulation paraît augmenter dans la même proportion que la population humaine qui est appelée à les posséder, ce qui rend leur prix à peu près constant. Une panique due à la découverte de nouveaux gisements au Brésil avait, vers 1845, fait baisser momentanément la valeur de cette gemme; mais l'équilibre s'est promptement rétabli, et aujourd'hui à Londres, comme à Paris, le carat a repris sa valeur de 200 francs environ.

Le nombre des pierres qui surpassent en poids 100 carats est excessivement restreint. On estime que sur dix mille diamants il ne s'en trouve qu'un pesant 10 carats, et par suite méritant le nom de diamant princier. La Russie, la France, la Toscane, l'Angleterre, ont des diamants d'une grosseur au-dessus de 100 carats. Le premier pour la beauté est de beaucoup *le Régent*, ainsi nommé parce que c'est au régent qu'on en doit l'acquisition. Tous ces diamants viennent de l'Inde. *L'Étoile du Sud*, dont nous avons déjà parlé, et dont le *brut* a été montré le 3 janvier dernier à l'Académie des Sciences, est venue du Brésil, et sort de l'une des mines nouvelles qui avaient momentanément fait baisser le prix du diamant. Elle a été trouvée en juillet 1853 et pèse 254 1/2 carats. Ce diamant m'a paru parfaitement limpide et exempt de la teinte reprochée anciennement aux diamants du Brésil. La taille en brillant le réduira à moitié, et le mettra à peu près au poids

du *Régent*, qui est de 136 1/2 carats. La taille en forme du *Sancy* lui aurait laissé, je pense, les trois quarts de son poids et lui aurait donné beaucoup plus de feux. Quand j'ai voulu en parler à M. Halphen, *l'Etoile du Sud* était déjà partie pour Amsterdam. Elle figurera à l'Exposition universelle de Paris cette année. On estime qu'elle pèsera environ 127 carats. Ce sera le cinquième des diamants *souverains* que la nature aura cédés à l'activité intéressée de l'homme. Tout indique sérieusement que le nombre de ces beaux minéraux est très-restreint. Si l'on n'en trouve pas plus, c'est qu'il n'y en a guère, ce qui rappelle le mot de Tacite sur les perles d'Angleterre, savoir que la nature manque plutôt à ces produits que l'avidité aux hommes.

Bornéo n'a point encore envoyé de diamant considérable en grosseur. Il est vrai que les impénétrables forêts de cette belle île équatoriale n'en permettent guère le parcours. Le dernier numéro des publications de la Société de Géographie de Londres indique environ 2,000 carats pour le produit annuel des mines de Bornéo, qui n'ont encore donné qu'un diamant de 36 carats. Le monopole du gouvernement hollandais est indiqué comme peu avantageux (*profitless*) à cette puissance, et sans doute, comme au Brésil, la contrebande soustrait une portion considérable des produits. En vérité, si les Hollandais, comme les Américains des États-Unis, *envahissaient* leur propre territoire, ils décupleraient facilement leur population ; mais cette question nous mènerait trop loin : elle n'est pas cependant étrangère à notre sujet, car la valeur d'un produit naturel dépend de ce qu'on appelle si justement aujourd'hui *le marché*,

c'est-à-dire du nombre et de la richesse des acheteurs. C'est ce qu'a très-bien établi M. de Humboldt dans l'appréciation des métaux précieux. Ainsi les États-Unis auront à la fin de ce siècle cent millions de citoyens, non pas de ces malheureux qu'une industrie surexcitée entasse dans les usines de Londres, de Manchester, de Liverpool, de Birmingham, et dont l'existence est liée à celle de l'industrie elle-même, mais bien de riches conquérants d'un sol fertile et généreux, qui, appelés par le travail aux jouissances nobles de la vie, entreront en partage des richesses commerciales de l'humanité, et feront hausser la valeur des objets de luxe.

Le rang qu'occupe un diamant souverain ne doit que secondairement être fixé d'après son poids. S'il n'est pas d'une belle eau, parfaitement pur, incolore et limpide, il ne peut prétendre au premier titre. De même, si sa taille est imparfaite et ses feux peu éclatants, il aura besoin d'être retaillé pour être parfait, et il devra perdre de son poids dans cette opération. Le *Régent* et le *Koh-i-noor* sont égaux en beauté; mais le *Régent*, de 136 carats, l'emporte de beaucoup en poids sur son rival, qui, d'après une note manuscrite de M. Tennant, a été réduit de 186 1/16 carats à 102 1/2, 1/4, 1/16 carats. Le diamant de Toscane est d'une mauvaise couleur jaune citrin. Le gros diamant de Russie est à peu près informe. On le compare à un œuf de pigeon coupé en deux, avec des facettes sur tout son contour. Ce n'est donc qu'une pierre dégrossie, une espèce de lourde rose infiniment trop épaisse. Si le *Koh-i-noor* et l'*Etoile du Sud* eussent été taillés dans la forme du *Sancy*, il

est probable qu'ils eussent, avec des feux et une qualité pareils à ceux du *Régent*, conservé un poids supérieur. L'*Etoile du Sud*, d'une forme avantageuse et d'une très-belle eau, pesait, au moment où je la pris, à l'Institut, des mains de M. Dufrénoy, 254 1/2 carats! On pense la réduire à 127 carats environ. Quel dommage! Qu'on me permette de revenir encore sur la taille en forme de *Sancy*, et de faire observer que cette taille, qui laisse toujours la facilité d'arriver ensuite à la taille en brillant, se préterait merveilleusement à des essais préliminaires, et qu'il serait prudent, pour des valeurs si considérables, de ne sacrifier qu'à la dernière extrémité l'immense quantité de substance qu'enlève la taille ordinaire dans des pierres qui ont la forme du diamant indien ou du diamant du Brésil. J'ai vu le modèle de la forme que doit prendre par la taille ce dernier diamant à Amsterdam. Ce sera, comme le *Koh-i-noor* dans sa forme actuelle, une *pierre d'étendue*, c'est-à-dire trop peu épaisse pour sa largeur vue de face. En comparant le diamant anglais avec le modèle de 100 carats donné par Jeffries, on trouve que son étendue de face est à peu près le *double* de ce qu'elle devrait être pour un diamant taillé régulièrement.

Ce sera une chose curieuse que de suivre le sort futur de l'*Etoile du Sud*. Après avoir brillé à l'Exposition française, quel nom prendra ce diamant souverain? S'appellera-t-il Albert ou François-Joseph? Les fiers Américains, estimateurs de toute valeur commerciale, ambitionneront-ils la possession d'une des rares productions du globe? « Comment avez-vous pu mettre un prix si exorbitant à cette belle perle? disait Phi-

lippe II à un simple marchand arrivant de l'Orient. — Sire, je pensais qu'il y avait au monde un roi d'Espagne pour me l'acheter ! »

Nous avons jusqu'ici fait une bien petite part à la science, et pourtant les pierres précieuses, — et en général tous les cristaux, par leurs formes géométriques, par leurs propriétés mécaniques, par leur nature chimique, par leur poids, leur couleur, leur action sur la lumière, leur électricité, — nous offrent un développement immense d'applications de la physique des plus délicates et des plus savantes. Un cristal s'offre sous une forme régulière ; Haüy le conçoit comme un assemblage de petites parties de forme semblable entre elles et disposées d'une certaine manière, à peu près comme on peut supposer un massif ou une pyramide composée de briques d'une certaine forme déterminée assemblées régulièrement. Avec ces petits éléments, il forme le cristal géométriquement ; il examine si l'on ne pourrait point les arranger autrement, ce qui donnerait, pour la même substance, un cristal d'une autre structure. La nature lui répond qu'elle a réalisé d'avance sa spéculation théorique, et lui montre un cristal de cette nouvelle forme. Si le calcul et la géométrie trouvent dix, trente, cent figures géométriques possibles avec la forme primitive des briques ou éléments primitifs, la chimie et la minéralogie fournissent des cristaux de la forme prévue mathématiquement. Enfin les formes déclarées impossibles par l'analyse ne se rencontrent jamais dans la nature ni dans les produits du laboratoire. M. Tennant me fournit l'exemple utile que voici : un *gentleman*, en Californie, voit une pierre à six pans avec deux pointes en pyramide aussi

sexangulaire. Cette pierre est brillante, blanche et d'un vif éclat; ce ne pouvait être un diamant, puisque celui-ci n'admet que des pointes à quatre pans et non à six. Cette pierre raie le verre. Ne doutant pas que ce puisse être autre chose qu'un beau diamant, le *gentleman* en offre 200 livres sterlings (5,000 francs). Heureusement que le propriétaire de la pierre, tout aussi ignorant et tout aussi honnête que l'acheteur, refuse un si bas prix! Plus tard, le même échantillon, qui était du cristal de roche, fut consigné dans une collection minéralogique au prix de 2 ou 3 francs.

La dureté est encore un caractère mécanique qui distingue les pierres fines, et qui peut être étudié dans les cristaux, ainsi que ses variations, suivant les divers sens où l'on veut entamer la pierre. Dans la taille du *Koh-i-noor*, il y eut des facettes qui demandèrent un jour de travail, tandis que communément on les produisait en trois heures: encore fallait-il augmenter la vitesse de rotation de la roue qui portait la poudre de diamant. Dans un essai fait il y a quelques années aux frais de l'Institut, un diamant noir de Bornéo, dont on voulait éprouver la dureté, fut remis au diamantaire Gallais. Il y usa une roue d'acier et une grande quantité de poudre de diamant ordinaire sans pouvoir l'entamer le moins du monde. La pierre n'y perdit aucune de ses aspérités, quoique chargée d'un poids considérable et chauffée à blanc par le frottement, qui faisait jaillir des étincelles de la roue d'acier, laquelle fut mise hors de service. Il eût fallu, pour cette substance si intraitable, de la poudre d'autres diamants noirs, égrenés l'un contre l'autre. Cette *égrisée* de diamants noirs sera sans doute

quelque jour employée avec avantage pour la taille des diamants ordinaires.

Tout le monde a vu un vitrier, armé d'une petite pointe de diamant, tracer sur le verre un imperceptible sillon qui en fend la croûte et qui permet ensuite de le diviser par éclatement. On pense que les anciens, en gravant sur des pierres très-dures, telles que le rubis et le saphir, se sont servis de pointes de diamant comme de burin, et le fini de quelques parties rentrantes des camées et des intailles antiques autorise cette présomption. Voilà encore un art perdu pour la France! Qui le fera renaître? Depuis les derniers encouragements donnés à la gravure sur pierre dure par l'impératrice Joséphine et par Napoléon, tout nous est venu de l'Italie, et il n'y a pas un seul monument glyptique des règnes qui ont suivi l'empire.

Le diamant est plus lourd que le cristal de roche et plus léger que le saphir blanc. Il est à peu près du même poids que la topaze blanche du Brésil appelée *goutte d'eau*. Il est souvent confondu avec ces trois pierres, blanches comme lui. Voyons comment le poids l'en fera distinguer. C'est ici précisément le problème de la couronne proposé par le roi Hiéron de Syracuse au savant Archimède, son parent. Suspectant la fidélité de l'orfévre Démétrius, qui avait été chargé de faire une couronne votive de douze livres en or pour une offrande à Jupiter, le roi Hiéron désira que, sans endommager le travail précieux de l'artiste, on vérifiât si tout l'or fourni avait été employé. Après bien des réflexions, Archimède pensa que plus les corps étaient compactes, moins ils déplaçaient d'eau, et moins ils

avaient de tendance à flotter; en d'autres termes, ils devaient perdre dans l'eau une moindre partie de leur poids. Or Archimède trouva que, pour faire l'équivalent de la perte de poids de la couronne pesant douze livres, il fallait peser dans l'eau onze livres d'argent et une livre d'or. Il fut donc constaté que Démétrius, plus habile qu'honnête, avait substitué onze livres d'argent à pareil poids d'or. On ne dit pas s'il fut mis au bagne de Syracuse.

Maintenant on sait qu'en attachant par un fil très-fin, au-dessous d'une balance délicate, un diamant véritable, et en équilibrant la balance, on trouve ensuite le diamant moins pesant des deux septièmes de son poids au moment où on le plonge dans un verre d'eau placé sous cette balance. Il faut donc alors remettre des poids du côté du diamant immergé pour rappeler l'équilibre. Ainsi un diamant qui pèserait 21 centigrammes perdrait dans l'eau environ 6 centigrammes. Un saphir blanc du même poids ne perdrait qu'un quart de son poids dans l'eau, c'est-à-dire environ 5 centigrammes. Un morceau de cristal de roche dans le même cas perdrait 8 centigrammes. Ainsi, dès que la perte dans l'eau pour un cristal quelconque s'éloigne des deux septièmes du poids de la pierre, on peut assurer que ce n'est pas un diamant. Nous verrons tout à l'heure comment le diamant se distingue de la topaze blanche, qui, comme lui, perd dans l'eau les deux septièmes de son poids.

Les opérations chimiques étant en général trop difficiles à faire et occasionnant la destruction de la substance que l'on y soumet, nous ne dirons rien de ces

procédés, et nous indiquerons un caractère optique fort délicat, qui trace tout de suite une ligne de démarcation entre le diamant et toutes les gemmes sans couleur. Il s'agit de la *double réfraction*. Ce mot signifie qu'en regardant au travers d'une pierre transparente un objet délié, comme la pointe d'une aiguille ou un petit trou percé dans une carte, on voit quelquefois l'objet double, comme si l'on eût tenu à la main deux aiguilles au lieu d'une, ou bien que l'on eût percé deux petits trous à côté l'un de l'autre. Or c'est ce que l'on observe avec toutes les gemmes blanches ou incolores, et jamais avec le diamant. Ce caractère exclut donc immédiatement du rang des diamants toute pierre qui double ainsi les objets. Comme il est besoin d'un peu de dextérité et d'exercice pour bien montrer cette curieuse propriété, on pourra fixer la pierre et l'aiguille sur un léger support avec de la cire à modeler, et montrer commodément l'effet aux intéressés. M. Haüy a souvent eu à donner des consultations de ce genre, et il a été aussi appelé quelquefois comme expert judiciaire dans des cas de vente frauduleuse. La topaze blanche du Brésil ou goutte d'eau double les objets, et sa double réfraction la fait reconnaître tout de suite pour un diamant faux. J'ai toujours conservé un pénible souvenir de la visite d'un Anglais de distinction amené chez moi par un cicerone des plus brillants hôtels de Paris. Ce voyageur avait dans un petit écrin une magnifique goutte d'eau, qui eût été un diamant d'un immense prix. Il me fut facile, d'après la taille de la pierre, d'y reconnaître le doublement de l'aiguille vue au travers; mais je ne pus le faire observer au propriétaire de la

pierre avant d'avoir fixé l'aiguille et la topaze sur une petite règle de bois avec de la cire verte, tant ses mains tremblaient convulsivement. Au moment où il aperçut l'aiguille doublée, sa vue se troubla complétement, car je lui avais d'avance expliqué la portée de ce caractère optique que le diamant ne possède jamais. Le cicerone, qui déjà avait très-bien vu la double image en tenant la pierre à la main, s'extasiait avec un sang-froid cruel sur la netteté de vision et la parfaite certitude de la duplicature annoncée. Après être resté assis quelque temps dans un état d'insensibilité maladive, le *gentleman* prit congé tout à coup de moi, sans doute parce qu'il se trouvait mal. Quelques minutes plus tard, le cicerone m'apporta sa carte et ses excuses de son brusque départ, en disant que celui qu'il m'avait amené se trouvait un peu remis de son émotion. Je n'ai jamais su quel intérêt si grand j'avais compromis en déterminant la nature de sa pierre. On voit dans l'ouvrage de Mawe que le saphir blanc et la topaze blanche ont un prix plus élevé à cause de l'intention quelque peu frauduleuse (*somewhat fraudulent*) de les faire passer pour des diamants. Mawe aurait pu y ajouter le zircon blanc, qui ressemble bien mieux au diamant, mais qui est encore plus lourd que le saphir. Faire passer un saphir blanc ou un zircon que l'on porte en bague pour un vrai diamant, c'est une vanité peu sincère; mais le vendre pour un vrai diamant, c'est un vol.

J'appelle un chat un chat, *ce vendeur* un fripon.

Et, malheureusement pour ces honnêtes vendeurs, les tribunaux sont de mon avis.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que le zircon blanc a, comme la topaze et le saphir, la double réfraction qui manque au diamant; et même cette pierre la possède à un très-haut degré. Ce caractère d'exclusion a de plus ceci de très-avantageux, qu'il s'observe sans démonter la pierre, sans aucun appareil compliqué. Il ne s'agit que d'un peu d'exercice pour apprendre à voir. C'est payer bien peu une certitude bien importante.

Les diamants sont susceptibles d'être colorés de diverses manières, quoiqu'ils soient le plus ordinairement incolores. Une teinte légère en diminue beaucoup le prix : tel est le cas du diamant de Toscane et un peu du gros diamant russe; mais, quand les couleurs sont vives et riches, ils sont très-recherchés comme pierres curieuses. Le marquis de Drée en possédait plusieurs de ce genre, et notamment un diamant d'un très-beau rose. Les pierres qui ont cet avantage spécial sont assez bien nommées *pierres d'affection*, et réellement leurs propriétaires éprouvent pour elles un sentiment qui ne peut guère admettre d'autre nom. Il y avait dans les diamants de la couronne de France un diamant bleu triangulaire de plus de 60 carats, qui était signalé comme de la teinte saphir la plus exquise et la plus pure. Ce diamant a disparu au moment du vol des diamants de la couronne, parmi lesquels le *Régent* seul a pu être recouvré, sans doute à cause de la difficulté de le vendre secrètement. On cite, comme un fait remarquable dans les singularités de l'esprit humain, que l'auteur de ce vol jouissait au bagne parmi ses confrères d'une considération proportionnée à l'importance du vol qui l'y avait conduit. Où la considération va-t-elle se *nicher?*

Mais la merveille des diamants colorés, c'est le diamant bleu de M. Hope, dont la figure a été gravée dans le livre de l'Exposition de Londres. Mawe qualifie cette pierre de *superlativement belle*. Elle pèse 44 1/4 carats, et, suivant M. Tennant, unit la belle couleur du saphir aux feux prismatiques et à l'éclat du diamant. Tous ceux qui, dans nos brillantes assemblées de nuit, ont étudié le jeu et l'effet des pierres précieuses ont dû remarquer que le saphir, si beau dans le jour et sous les rayons du soleil, devient, ainsi que le grenat, terne et sans éclat à la lumière des lampes, des bougies et du gaz. Il serait curieux d'observer si le même effet se produit avec le diamant bleu de M. Hope, dont je n'hésite pas à placer la valeur à côté de celle des diamants souverains, qu'il surpasse, sinon en poids, du moins en rareté. Ce serait trop peu d'appeler, avec les amateurs, ce diamant une *pierre d'affection ;* il faudrait aller avec lui à la tendresse, à la passion même ! J'ai vu, il y a fort longtemps, chez M. Bapst, un diamant désigné sous le nom de *diamant noir*. Il avait la teinte bistrée du jus de tabac, et ne se recommandait guère que par la singularité. Il avait été retenu par Louis XVIII pour la couronne au prix de 24,000 francs ; mais il n'avait pas été livré. Ces diamants sont toujours taillés très-minces, car à quoi servirait l'épaisseur à une pierre qui n'est pas transparente ? Du reste, l'éclat superficiel en était fort vif. Si ce diamant était devenu pour un amateur une pierre d'affection, on conviendra qu'il ne faut pas disputer des goûts. Il est curieux de voir Pline employer le même mot à l'occasion de Nonius, possesseur d'une belle opale, qui aima mieux quitter Rome comme

proscrit que de céder à Antoine sa pierre d'affection. « C'est une étonnante férocité de la part d'Antoine, dit Pline, que de proscrire un citoyen à cause d'une gemme ; mais l'entêtement de Nonius n'est pas moins prodigieux, car plutôt que de s'en dessaisir, il *affectionnait* sa proscription (*proscriptionem suam amantis*). » En lisant du reste les interminables listes des propriétés merveilleuses des gemmes dans les compilateurs qui ont précédé le XVIIe siècle, on s'expliquera le prix que certaines personnes pouvaient autrefois attacher à la possession d'une pierre. Parmi les curiosités que les princes indiens, grands amateurs de diamants, recherchent avec soin, j'ai vu un petit diamant naturel, à pointes vives et à surfaces brillantes, enchâssé dans le ciment rouge qui enveloppe ordinairement les diamants dans la mine. Ce ciment, de la grosseur d'une petite noisette, portait à son milieu le petit diamant enchâssé. C'était en même temps un curieux échantillon minéralogique.

Mawe établit par plusieurs exemples que de toutes les valeurs la moins variable est le diamant. Il cite diverses crises dans la quantité des diamants que reçoit l'Angleterre, crises qui, quant au prix, ont été assez légères ou peu durables. On a eu deux exemples de paniques plus graves depuis 1840. Le premier, ce fut à l'époque de la découverte des nouvelles mines du Brésil, vers 1843 et 1844 ; le second fut en France la secousse financière amenée naturellement par la république de 1848. Le prix des diamants suivit alors exactement le cours de la rente, haussant et baissant dans la même proportion. Ce prix est maintenant au-dessus de 200 francs le carat, prix indiqué par Jeffries, car il atteint 250 francs

environ. M. de Castelnau, dans son voyage à travers l'Amérique du Sud, semble indiquer, comme cause de l'abaissement du prix des diamants à cette époque, un moindre goût de la société pour des parures frivoles. Si pour voir déprécier le diamant il faut attendre que le goût du luxe, l'ostentation, les rivalités jalouses et envieuses, le désir de briller, la cupidité même, aient disparu des âmes, le riche commerce des diamants à Paris et à Londres peut être rassuré pour bien des siècles.

Sans recourir aux *Mille et Une Nuits* et aux légendes du moyen âge, où l'on voit les gnomes et les griffons, gardiens jaloux des trésors de la terre, forcés par la puissance de la *cabale* d'en faire part aux mortels privilégiés, il est évident qu'une valeur considérable attachée à une petite quantité de substance matérielle doit occasionner de singulières péripéties. Je ne sais sur quel fondement Mawe dit que Sieyès, ambassadeur à Berlin, obtint une alliance offensive et défensive en faisant briller aux yeux du roi de Prusse les feux du *Régent*, dont il laissait espérer la cession. Plusieurs fois les pierreries des souverains et des républiques ont été engagées et mises en dépôt comme garanties de sommes prêtées ou de dépenses faites. Ces transactions n'offrent qu'un médiocre intérêt. On aime mieux voir un pauvre jardinier de Golconde trouver dans la terre de son jardin un beau diamant qui lui donne l'aisance, à lui et à sa famille, et qui ouvre à toute la contrée une source de richesses. On aime mieux voir une pauvre négresse découvrir *l'Étoile du Sud* en juillet 1853, en lavant les sables de la mine brésilienne de Bagagen. Les anciens avaient

préposé leur Hercule à la découverte des trésors. Peut-être avaient-ils voulu dire que la force active et la patience infatigable nous conduisent à de vrais trésors. Quoi qu'il en soit, jamais chez eux la découverte d'une gemme ne fut mise au rang des trouvailles dues à la faveur d'Hercule : *dives amico Hercule.*

Une anecdote de fidélité honorable s'attache au *Sancy*, rapporté de Constantinople dans une ambassade par un seigneur de ce nom et payé 600,000 livres. Pendant les nombreuses années où Henri IV, après la mort de son prédécesseur, fut plutôt prétendant au trône de France que roi en réalité, plusieurs des seigneurs de son parti vinrent à son secours par des services pécuniaires, et entre autres le baron de Sancy. Le diamant de ce nom fut remis à un domestique, qui, avec d'autres valeurs, fut dépêché vers Henri IV. Au milieu de la confusion et du brigandage qui désolait alors la France, ce messager fut attaqué et assassiné. Son maître fut longtemps sans savoir ce qu'il était devenu. Enfin, à force de recherches, on apprit qu'il avait péri, dans une commune rurale, et que par les soins du curé il avait été enterré dans le cimetière de la localité. Des témoignages de condoléance furent adressés au baron de Sancy sur la perte du diamant confié à son domestique. « Détrompez-vous, messieurs, leur dit-il ; dès que je sais où est le corps de mon homme, mon diamant est sauvé. » En effet, on retrouva dans le corps du fidèle domestique le diamant qu'il avait avalé pour le mettre en sûreté.

Je puis citer un autre fait qui m'est personnel. Un jeune commerçant en objets de curiosités que j'avais prié de faire retailler pour moi un assez beau diamant

à Amsterdam, y fit ce qu'on appelle de mauvaises affaires, et revint à Paris dans un tel état de détresse, que durant les derniers jours de son voyage, au retour, il fut obligé de manger des fruits sauvages et de coucher en plein air. J'allai le voir quelques jours après, et le trouvai dans un logis parfaitement dénué de tout meuble, couchant à terre sur un peu de paille, avec quelques débris de vieilles tapisseries pour couvertures. L'entrevue eut lieu debout, faute de siéges. Après une assez longue conversation, il réclama le prix que lui avait coûté l'amélioration de mon diamant, et me le rendit le plus simplement du monde. Au reste, la fortune lui a souri depuis cette triste époque, et je désire y voir une récompense providentielle de sa probité et de sa délicatesse.

Avant de passer à la question de la possibilité de faire artificiellement du diamant, je dirai que ces beaux produits de la nature sont sujets à être fort dépréciés par des corps étrangers, par une cristallisation imparfaite, enfin par tout ce qui peut nuire à la limpidité de la pierre. On doit admettre que des diamants choisis par un connaisseur auront une valeur double de celle des pierres imparfaitement taillées ou remplies de défauts intérieurs. Il importe donc beaucoup à ceux qui veulent acheter de ces parures si chères de s'adresser à des lapidaires ou à des joailliers habiles et incapables de tromper ceux qui leur accordent leur confiance.

On a presque recherché avec autant d'activité l'art de faire du diamant que celui de faire de l'or. La question n'est pas la même en principe; car faire du diamant, c'est seulement faire cristalliser le carbone ou

charbon, comme on fait cristalliser tant d'autres substances, tandis que les alchimistes prétendaient changer la nature même des corps et faire de l'or de toutes pièces. Dès que la chimie moderne eut brûlé le diamant et que les produits de la combustion se trouvèrent les mêmes que ceux de la combustion du carbone, on dut espérer qu'en choisissant des composés convenables de charbon, qui abandonneraient lentement et dans un grand calme le charbon qu'ils contiennent, celui-ci se déposerait en formes régulières et cristallines. C'est ainsi que le sel ordinaire, le sucre, l'alun, se déposent au fond de l'eau qui les contient, quand celle-ci s'évapore lentement et sans trouble. A ce point de vue, il existe une substance curieuse qui donnait de grandes espérances. On ne se figure pas en général qu'en unissant ensemble du charbon et du soufre, il en résulte un liquide incolore tout à fait semblable à de l'eau et ne contenant expressément que du charbon et du soufre. Si donc par un procédé quelconque on eût pu retirer lentement le soufre en tout ou en partie, on pouvait s'attendre à voir le charbon se déposer à l'état cristallin. Cet espoir a été déçu. Bien d'autres tentatives n'ont pas eu un plus heureux succès, en sorte qu'aujourd'hui la question, pour beaucoup de personnes, paraît désespérée. Un de nos confrères de l'Institut, M. Despretz, n'en a pas jugé ainsi. Au moyen de la pile de Volta, il a obtenu, sur des fils de platine, de légers dépôts cristallins qui semblent, par leur forme et leur dureté, être de vrais diamants embryonnaires. Ces cristaux, disons mieux, cette poussière de diamant a poli les pierres dures, comme le fait la poudre ordinaire de

diamant appelée *égrisée*. La question scientifique est donc à peu près résolue; mais l'actif académicien n'en est pas resté là : il a organisé, on peut dire par centaines, des appareils propres à faire précipiter et cristalliser le charbon sous l'influence électrique, agent qu'il est habitué dans ses recherches à faire obéir et fonctionner à son gré. Tout porte donc à croire que le résultat de travaux si persévérants et si consciencieux sera la cristallisation du charbon ou la fabrication du diamant.

Quand bien même ce résultat ne serait pas utile au commerce, il le serait beaucoup à la science, que cette substance semble défier. De plus la nature ne nous offre nulle part le diamant en place : il est toujours dans des terrains de transport, ce qui ne nous donne aucune lumière sur sa formation en cristaux dans le principe. Une chose qui semble confirmer les vues de M. Despretz, c'est qu'au Brésil, à côté des diamants, on trouve la curieuse substance, aussi dure que le diamant, que les Portugais appellent *carbonado*. Le commerce de Paris appelle tout simplement cette substance du *carbone*. Voici ce qu'en dit M. Tennant à l'occasion des mines du Brésil : « On y trouve une quantité considérable d'une substance noire, d'une pesanteur spécifique semblable à celle du diamant, mais lamellaire, ou plutôt composée d'une suite de plaques lamellaires, mais en général brisée en fragments séparés. Cette substance est trop imparfaitement cristallisée pour être taillée, quoiqu'elle possède par places l'éclat du diamant, et on peut la réduire en poudre pour polir les autres pierres. Ceux qui l'ont découverte l'ont nommée *carbonade* à

cause de son apparence analogue à celle du charbon. » Ne serait-ce point là le produit naturel obtenu artificiellement par M. Despretz, indépendamment des parties cristallisées de ses produits chimiques, lesquelles sont sans doute de vrais diamants très-petits ? Tout le siècle de Louis XIV a cru à la possibilité de faire croître en grosseur des diamants naturels déposés dans certains liquides, comme on fait croître des cristaux de sel dans une solution de cette même substance. M. Despretz a sans doute pensé à cette influence bien connue qu'exerce un cristal déjà formé pour appeler autour de lui et faire déposer régulièrement des particules analogues aux siennes. Voilà le passé, le présent et l'avenir de la science en ce point. Attendons.

Il y a déjà plusieurs années que des annonces prématurées, relatives à une production de diamant prétendue facile, mirent en émoi tout le commerce de Paris. Le baron Thenard, notre célèbre chimiste, rassura par un examen expérimental les marchands et les familles alarmés sur les valeurs considérables ayant pour base cette reine de toutes les gemmes. Depuis cette époque, la richesse de la France s'est beaucoup accrue et s'accroît chaque jour. Les diamants, plus encore en France qu'en Angleterre, représentent un immense capital. Suivant la remarque de M. Achard, il n'est aucune valeur mobilière qui, étant revendue, éprouve une aussi faible perte, une aussi petite dépréciation, en même temps que le marché est toujours ouvert pour ces valeurs. C'est presque une monnaie courante. Il est donc agréable d'avoir à déclarer que, dans l'état actuel de la physique et de la chimie, rien n'autorise à craindre que les diamants

artificiels viennent faire concurrence aux produits de la nature. D'ailleurs, si j'en juge par ce que je puis avoir entendu dire, ce serait vouloir rassurer des gens qui n'ont aucunement peur. Tout le monde sait l'histoire des pièces d'or de M. Sage, dont la matière avait été extraite des cendres des végétaux brûlés. C'était un beau résultat scientifique, mais peu lucratif, puisque chaque pièce de 20 francs lui revenait à 125 francs de frais d'extraction. A voir les résultats obtenus, il se passera bien des années encore avant qu'un diamant d'un carat sorte d'un laboratoire.

Encore un mot sur une question intimement liée à celle du haut prix justement attaché au diamant à cause de la beauté et de la rareté de cette parure; je veux dire la question du luxe considérée au point de vue des agréments de la vie élégante, *the high life*. Quand un pays laborieux, actif, intelligent, comme la France, l'Angleterre ou l'Union américaine, a conquis les éléments des jouissances délicates de la civilisation, ne serait-il pas absurde de vouloir le priver de ces biens qui n'ont rien de contraire à ce que j'appellerai son hygiène politique? Les premiers de ce peuple, les *possédants*, laisseront-ils de côté leurs avantages pour aller disputer aux moins favorisés par la fortune ce que ceux-ci consomment dans une sphère inférieure? Les manufactures perfectionnées qui tissent à grands frais les vêtements du riche font économiquement le vêtement du pauvre, et dans les contrées sans industrie manufacturière, où les premiers d'entre le peuple sont grossièrement habillés, la classe inférieure ne porte que des haillons. Il y a une solidarité forcée dans toute société humaine. L'in-

telligence et le travail, la pensée et l'action, la tête et la main, tout est coordonné, et, suivant la belle idée de Fontenelle, après avoir bien raisonné sur toute chose, on arrive toujours à ce résultat, que ce qui est a une raison d'être, et qu'on serait fort embarrassé non-seulement de faire mieux, mais encore de faire autrement. Un prélat rigoriste, trouvant un jour de jeûne Charlemagne assis, longtemps avant le soir, à une table abondamment servie, blâma et son repas peu frugal et l'heure à laquelle il le prenait. « Ne voyez-vous point, lui dit le sage empereur, que si je ne mangeais pas à cette heure, les derniers de mes gens n'arriveraient à prendre leur repas qu'au milieu de la nuit, et que si ma table était moins bien servie, il ne resterait rien pour eux ? »

Les pierres précieuses autres que le diamant sont aussi désignées sous le nom de *pierres de couleur*. Leur grand mérite, en effet, c'est principalement la beauté des couleurs qu'elles nous offrent et les jeux de lumière qui les distinguent. Il faut y ajouter la dureté, qui en assure la conservation indéfinie, et qui a toujours été mise au premier rang des qualités que doit posséder une pierre précieuse. Pline dit qu'on voit dans les gemmes toute la majesté de la nature réunie dans un petit espace, et qu'en aucun autre de ses ouvrages elle ne produit rien de plus admirable. Suivant lui, le premier qui porta un anneau et une pierre, ce fut Prométhée. Délivré des liens qui le tenaient enchaîné sur le Caucase et obéissant à quelque idée de fatalité, le titan prit un fragment du roc où il avait été attaché; l'ayant serti dans un morceau de ses fers, il en fit une bague qu'il porta ensuite en mémoire de ses malheurs: le fer était l'an-

neau, et la pierre la gemme. Y a-t-il dans cette construction de la première de toutes les bagues quelque sens allégorique? C'est ce que pourrait faire supposer le personnage mystérieux auquel on en attribue l'usage. Cette grande figure de Prométhée, bienfaiteur de l'humanité par le feu qu'il donna aux hommes *après l'avoir ravi aux dieux immortels*, a toujours été vénérée dans l'antiquité comme opposée à la domination impérieuse de Jupiter.

Les anciens comprenaient aussi sous le titre de *pierres gemmes* des pierres dures gravées soit en relief, soit en creux, et leurs artistes nous ont laissé dans ce genre les plus admirables travaux que l'art et l'imagination puissent concevoir. Ici, comme dans la sculpture, les modernes n'ont point dépassé et n'ont pas même atteint la perfection des œuvres de l'antiquité. Les pierres gravées qui servaient alors de cachet, et qui nous ont été conservées, sont des objets d'art du plus haut prix; en même temps elles nous donnent des notions minéralogiques importantes sur les diverses pierres fines que connaissaient les anciens.

Les pierres de couleur ne paraissent pas aujourd'hui représenter plus du dixième de la valeur totale des gemmes. Ainsi les diamants entrent dans le capital total au moins à raison de 90 pour 100. Chez les anciens, c'était le contraire; car alors on peut dire que le diamant n'existait guère comme pierre d'ornement, puisqu'il n'était pas taillé de manière à montrer les vives couleurs qui le placent aujourd'hui au premier rang des pierres précieuses. De plus, les anciens vivaient bien plus au jour que nous. C'est à la lumière du ciel que la

richesse des couleurs minérales peut être appréciée complétement. Notre système d'illumination nocturne par les lampes, les bougies, le gaz ou même l'électricité, verse sur tous les objets des teintes souvent peu favorables aux couleurs naturelles des gemmes. C'est ainsi que le saphir, le grenat, l'astérie, la turquoise osseuse, le spinelle bleu, l'améthyste, et même l'opale pour quelques-uns de ses reflets, perdent beaucoup aux lumières. L'expérience est surtout frappante lorsqu'on plonge une pierre de couleur dans le spectre irisé que le prisme forme avec les rayons du soleil. Alors on voit la couleur de la pierre varier avec la nature de la portion du spectre qui l'illumine successivement, et si l'on tient à la main deux pierres de même teinte, mais d'une nature différente, elles se comportent différemment dans la même sorte de lumière. Souvent un strass coloré, mis à côté d'une pierre fine, trahit ainsi son peu de valeur. Il est une autre épreuve plus facile à faire : elle consiste à regarder la pierre colorée au travers d'un verre coloré lui-même en rouge, en jaune, en vert ou en bleu. Chaque pierre répond d'une manière différente à cette épreuve, et donne ainsi des caractères propres à en reconnaître la nature.

Puisqu'il a été ici question de strass, c'est-à-dire d'une composition vitreuse imitant le diamant et les autres pierres précieuses, je dirai qu'il résulte de renseignements nombreux que, malgré le haut prix des pierres fines, il y a beaucoup moins de faux dans les parures qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord. Les strass, colorés ou non, sont des verres fort tendres surchargés de plomb et d'émail, et analogues à

ce qu'on appelle des cristaux dans les services de table. Dans les premiers temps de la substitution des strass aux pierres fines, le bas prix comparatif de ces verres fit passer sur le peu de durée résultant de la mollesse de la pâte, et on les tailla avec soin. Plus tard, ces parures, étant ainsi devenues accessibles à un plus grand nombre de personnes, furent demandées et travaillées au rabais, et par suite avilies. D'ailleurs, la richesse nationale augmentant de jour en jour, et l'insuffisance du strass pour la beauté et la durée se faisant de plus en plus sentir, on préféra une dépense plus grande pour une valeur impérissable à un moindre prix payé en pure perte. Il est loin de nous le temps où la duchesse de Berry, arrivant en France, ne recevait que du strass pour parures de noces, et où, pour faire au duc de Wellington un cadeau en diamants de moins d'un million, le commerce de Paris était obligé d'en emprunter à la liste civile un certain nombre, à charge de restitution en pareille matière. A quelques années de là, j'étais à Londres dans la maison Rondel avec M. Knight, de Forster-Lane, lorsqu'une simple demoiselle de comptoir (en anglais *fille de comptoir*), indignée de nous voir regarder dans une montre vitrée des diamants ordinaires, nous jeta avec mépris une parure composée d'un collier ou rivière de diamants, d'un bracelet et d'une croix, le tout d'une valeur de 72,000 livres, c'est-à-dire 1,800,000 francs. Des affaires ayant appelé la demoiselle hors de la pièce où nous étions, M. Knight ne voulut pas partir avant la restitution de ce trésor, qui cependant ne nous avait pas été remis en mains propres, puisqu'il avait été dédaigneusement jeté sur la table

qui était devant nous. Il eut quelque peine à trouver *la fille*, qui ne lui répondit que par un sec *very well, sir!* (c'est bien, monsieur!) Aujourd'hui le commerce de Paris achète et propose en vente l'*Etoile du Sud*, l'un des cinq diamants souverains de l'Europe, en ne comptant pas le diamant bleu de M. Hope.

Avant de parler des pierres de couleur, une première question se présente, et l'on se demande si la science peut expliquer la coloration de ces gemmes. Il est, je pense, bien peu de lecteurs de ces Études qui ne sachent que les rayons blancs que le soleil nous envoie, comme tous les autres rayons blancs, savoir ceux de la lune, des planètes et des étoiles, ne sont pas de la lumière simple; dans bien des cas, ils se décomposent en un grand nombre de rayons colorés. Ainsi, quand la lumière du soleil traverse la baguette triangulaire de cristal appelée prisme, elle s'y brise et va tracer sur un carton blanc une belle bande irisée, dans laquelle Newton a marqué sept couleurs, d'après des idées d'analogie avec les sept notes de la musique, idées qui depuis se sont trouvées sans aucun fondement, puisque chaque prisme donne sa bande irisée particulière. Newton choisit les sept couleurs que voici :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge,

dont les noms (en faisant *violet* de deux syllabes) forment un vers mnémonique alexandrin. L'expérience n'est pas nouvelle. Les Romains et les Grecs l'avaient faite, et Néron, qui en mourant plaignait le monde de perdre en lui un si grand artiste (*qualis artifex pereo!*), l'avait chantée en vers. Un enfant qui souffle une bulle

de savon lui fait aussi produire des couleurs splendides, quoiqu'il n'y ait pour illuminateur que la lumière blanche du jour. En un mot, toute lame mince d'une substance quelconque se colore fortement sous les rayons blancs qu'elle reçoit. Les surfaces rayées par intervalles égaux offent des effets non moins brillants, en sorte que, pour habiller certains insectes du plus éclatant vêtement, il a suffi à la nature de rayer le fourreau qui les enveloppe. Les globules du nuage qui est entre la lune et nous produisent aussi les plus vives couleurs avec de la lumière blanche, et, au-dessus de tout en beauté, l'*iris* ou arc-en-ciel, que le soleil avec ses rayons incolores peint de mille couleurs dans les gouttes de pluie qui tombent à l'opposé de lui, nous présente encore des effets de lumière décomposée. Toujours la nature, avec une palette qui n'est pour ainsi dire chargée que de blanc, trouve l'art de déployer dans ses tableaux le luxe et la magie du coloris le plus brillant.

Mais nous n'avons point encore épuisé toutes les ressources de ce coloris, dont le secret est dans la lumière elle-même. Comment expliquer le blanc de la neige, qui couvre notre planète aux deux pôles et sur les cimes élevées des vastes chaînes de nos montagnes? Comment expliquer le vert des contrées revêtues d'arbres et de plantes, le bleu de la vaste mer aérienne qui enveloppe la terre, et enfin le bleu verdâtre des océans qui en recouvrent la plus grande partie? Ici la science est en défaut. La cause des couleurs propres des corps est encore à peine entrevue, et nous pouvons répéter en 1855 ce qu'à la fin du XVIIe siècle écrivait Huygens : « Malgré les travaux de *monsieur Newton*, on peut

dire que personne n'a encore trouvé la cause des couleurs dans les corps. » Il faudra donc admirer, sans en pénétrer le secret, le rouge sans pareil du rubis oriental, le jaune pur de la topaze, le vert sans mélange de l'émeraude, le bleu velouté du saphir, le riche violet de l'améthyste. Ce n'est pas la seule chose que nous laisserons à savoir à la postérité.

Dans l'énumération qui va suivre, nous placerons les pierres précieuses selon leur valeur actuelle. Cet ordre varie peu en général pour chaque peuple. Cependant, lorsqu'une demande plus active fait hausser le prix d'une sorte de gemmes, il arrive presque toujours qu'on en voit arriver sur le marché une quantité excédant les besoins, et que le prix en est momentanément réduit. C'est ce qui a lieu aujourd'hui pour les belles opales de la Hongrie, dont les mines, depuis dix ans, ont été exploitées avec un redoublement d'activité, occasionné par le haut prix de ces pierres, qui a surpassé un moment le prix du saphir.

Le *rubis oriental* est, pour le prix comme pour la beauté, la première des pierres de couleur. Pour avoir sa couleur dans sa plus belle qualité, il faut prendre celle du sang qui jaillit de l'artère ou le rayon rouge du spectre solaire dans le milieu de l'espace qu'il occupe. C'est encore la couleur rouge de la palette du peintre sans aucun mélange de violet d'une part et d'orangé de l'autre. Plusieurs des vitraux rouges de nos anciennes basiliques, traversés par les rayons du jour, nous donnent cette couleur éclatante. Le rubis est excessivement dur, et après le saphir, qui le surpasse un peu sous ce rapport, c'est la première des pierres,

toujours en exceptant le diamant, à qui rien ne peut être comparé. D'après une remarque parfaitement juste de M. Charles Achard, plus compétent que personne en France en ce qui touche le commerce des pierres de couleur, il n'en est pas de même pour ces pierres que pour le diamant, qui, depuis le plus petit échantillon jusqu'aux diamants princiers ou souverains, a, comme l'or et l'argent, un prix en proportion avec son poids. Pour le rubis et les autres gemmes, les petits échantillons n'ont presque aucune valeur, et ces pierres ne commencent à être appréciées qu'au moment où leur poids les tire d'un pêle-mêle vulgaire et leur assure à la fois la rareté et un haut prix. Ainsi, pour que les pivots des montres de précision tournent avec facilité, on les implante dans de petits rubis percés convenablement. Ces petites pierres, de la grosseur des grains de millet, pour être fort utiles, n'en sont pas pour cela plus appréciées à cause de leur grande abondance; mais qu'un rubis parfait de 5 carats (environ 1 gramme, poids d'une pièce de 20 centimes) circule dans le commerce, on en offrira un prix double d'un diamant de même poids; et si ce rubis atteignait au poids de 10 carats, on pourrait en demander le triple d'un diamant parfait de poids pareil, lequel prix serait cependant de 20 à 25,000 francs. J'ai vu plusieurs belles collections d'amateurs, visité et consulté plusieurs lapidaires : tout le monde admet qu'un rubis parfait est la plus rare de toutes les productions de la nature. La teinte du rubis, au jour comme aux lumières, a le même avantage; mais quand on veut rendre l'éclat de cette belle gemme tout à fait unique, il faut la plonger

dans les rayons rouges du spectre, de telle sorte que le reste des couleurs de la lumière solaire ne s'arrête pas dans le voisinage du rubis. Alors il n'est personne qui puisse retenir un cri d'admiration et qui ne repaisse avidement ses yeux de cette teinte délicieuse. Les possesseurs de collections de choix pourront s'amuser à répéter cette expérience intéressante avec diverses pierres en les mettant chacune dans la couleur du spectre solaire analogue à leur couleur propre. Il résulte même de là une sévère épreuve pour la pureté de la teinte d'une pierre, car si cette teinte est parfaitement pure et sans mélange, la pierre doit paraître complétement noire dans toute autre lumière que la sienne. Toutes les pierres laiteuses ou glacées ou d'une teinte composée succombent à cette épreuve décisive.

A l'époque récente où le Pégu fut annexé aux possessions anglaises de l'Inde, ce pays des rubis sembla devoir envoyer à l'Europe plusieurs de ses belles productions, si avarement gardées par les princes indiens. Il n'en a rien été. Du reste, il n'est pas bien prouvé que les mines en soient encore exploitées, et cette partie de l'Asie est une des moins connues du globe. Les négociants en rubis, sans doute pour donner plus de prix aux objets de leur commerce, ne tarissent pas sur le nombre des tigres, des lions, des éléphants et des serpents venimeux qui peuplent les forêts et les plaines de ces contrées, qui, suivant eux, ne sont accessibles que par les embouchures des fleuves navigables qui arrivent à la mer. L'état actuel bien constaté de l'île de Bornéo semble confirmer leurs assertions un peu intéressées. Je ne sais si les rajas attachent des idées superstitieuses à

la possession des rubis ; mais il est certain qu'ils n'en vendent aucun qui soit d'un poids un peu considérable. Avec le *Koh-i-noor*, Runjeet-Singh possédait un rubis non moins précieux, ayant la forme du gros bout d'un œuf que l'on aurait coupé en deux. Cette pierre énorme, dont la base était un cercle de 52 millimètres de diamètre avec une hauteur de 30 millimètres, faisait partie du collier de ce prince, qui l'estimait (sans crainte de trouver un acheteur) à 12,500,000 livres sterling, c'est-à-dire quelque chose comme 300 millions de francs ! Nous ne savons rien sur la qualité et sur le poids de cette énorme gemme, qui n'a point été apportée en Angleterre. Le rubis est, avec le saphir, le zircon et le grenat, une des plus lourdes pierres, et dans l'eau il ne perd, comme le saphir, que le quart de son poids environ.

Les Indiens enchâssent leurs beaux rubis dans le chaton très-relevé d'une bague d'or, et les entourent de plusieurs rangs de diamants très-petits, de sorte que le tout produit une éminence disproportionnée qui jette la pierre à droite ou à gauche. Potemkin avait plusieurs bagues pareilles ; mais il semble que le bon goût n'admet pour une belle gemme qu'un simple anneau français, avec une sertissure peu élevée, — par exemple un solitaire en diamant de 3 à 4 carats.

La composition des rubis n'est pas moins extraordinaire que celle du diamant. Ainsi que le saphir, le rubis n'est autre chose qu'un peu de terre glaise cristallisée et colorée dans les deux pierres par le fer, que les naturalistes appellent le peintre de la nature. Pour ne pas trop répéter cette étrange assertion, que la nature a fait les pierres les plus précieuses avec les matières les plus

communes, nous dirons que la terre glaise appelée *alumine* en chimie, et le caillou blanc ou cristal de roche appelé *silice*, forment la base de toutes les gemmes. L'opale est du caillou avec de l'eau ; la topaze joint un peu d'acide fluorique à la silice et à l'alumine ; l'émeraude, la chrysolithe, l'aigue-marine, la tourmaline et l'euclase contiennent un élément autre que la silice et l'alumine, savoir la glucine ; enfin le grenat est tellement ferrugineux, qu'il agit sur l'aiguille aimantée. Le zircon, pierre peu estimée en France, a pour base une terre particulière du nom de *zircone*.

Comme accessoire du rubis, nous mentionnerons une pierre rouge moins riche en couleur, et plutôt rose que rouge, qui porte le nom de *rubis spinelle*. La forme cristalline du *spinelle* diffère de celle du *rubis oriental*, qui est une baguette à six pans coupée carrément aux deux bouts, tandis que le spinelle, comme le diamant, a la forme d'une double pyramide. Le nom de *rubis balais* a été aussi donné à une pierre du Mogol, que plusieurs auteurs regardent comme un vrai rubis oriental moins riche en couleur. Les anciens n'avaient pas le mot de rubis. Ce nom est remplacé dans Pline par celui d'*escarboucle* (*carbunculus*, charbon ardent). Ovide et les poëtes se servent du mot *pyrope*, qui veut dire couleur de feu,

Flammas imitante pyropo.

Aujourdhui ce mot peu usité d'*escarboucle* se donne parfois à des rubis d'une dimension et d'un prix considérables. Évidemment Pline a confondu le rubis indien avec le grenat, qui est partout.

Certains rubis taillés en portions de sphère, forme qu'on appelle *calotte sphérique, goutte de suif*, ou *cabochon*, présentent au milieu de leur teinte rouge une étoile blanche à six rayons qui, sur la pierre, change de position avec l'œil, et forme au soleil un beau spectacle de contraste. Cet effet se nomme *astérie*. On le retrouve dans le saphir, parent très-proche du rubis, composé comme lui d'alumine, et comme lui coloré par le fer, mais qui en diffère seulement par sa couleur, laquelle est bleue, tandis que celle du rubis est le rouge le plus pur et le plus vif.

Après le rubis, on doit placer l'*émeraude*, dont Pline dit qu'aucune gemme n'a, pour la couleur, un aspect plus agréable. Cette belle pierre, qui nous vient du Pérou et de la Nouvelle-Grenade, est fort tendre, car elle raye à peine le cristal de roche. On la trouve en beaux cristaux d'un vert admirable implantés et produits au milieu d'un grès blanchâtre, sans qu'on puisse admettre autre chose que l'électricité comme cause d'un pareil dépôt au milieu d'une pierre tout à fait étrangère à l'émeraude pour la nature comme pour la couleur. Néron, qui était myope, se servait, dit-on, d'une émeraude creusée à faces concaves pour regarder les jeux du cirque. C'est sans doute une des premières fois qu'on ait employé les lunettes ou besicles ordinaires. Cette invention n'alla pas plus loin.

L'*émeraude*, comme le rubis, est en bâtons à six pans coupés carrément aux deux bouts. Cette pierre est fort légère et perd dans l'eau plus du tiers de son poids. La beauté de sa teinte, du vert le plus pur, lui fait pardonner son peu de dureté, qui semblerait devoir l'ex-

clure du rang des gemmes de distinction. Au temps de la conquête du Pérou, une magnifique émeraude fut envoyée en hommage au pape, et plusieurs années après, on crut les mines d'émeraudes épuisées ou perdues. Il y a vingt ans à peu près que le chef d'une grande maison de Paris, M. Mention, en reçut de l'Amérique du Sud de magnifiques échantillons qui ranimèrent le commerce des émeraudes, continué depuis sans interruption par M. Charles Achard. Plus la couleur de l'émeraude est foncée, plus elle est estimée. C'est l'extrémité supérieure de la baguette à six pans qui est ordinairement la plus pure et la plus fortement colorée. L'émeraude ne perd point de son éclat aux lumières, propriété précieuse dans notre civilisation moderne, dont les réunions de société et de théâtre ont presque toujours lieu la nuit.

Haüy a rattaché à l'*émeraude* l'*aigue-marine,* qui est d'un bleu verdâtre, et le *béryl,* qui est jaune, mais de la même famille minéralogique pour la forme et la composition chimique.

L'émeraude, ainsi que toutes les pierres dont on veut faire ressortir la couleur, doit être taillée avec une table en dessus et des facettes en retraite tout à l'entour et en dessous. Il faut qu'en la regardant bien en face et tournant le dos à la lumière des fenêtres, la couleur se montre bien égale au travers de la table comme sur les bords à facettes. Les Orientaux l'emploient en plaques larges et peu épaisses, ce qui semblerait devoir montrer avec avantage la belle couleur de l'émeraude; mais le reflet blanc du jour sur la face antérieure vient se mêler à la lumière qui a traversé la pierre et empêcher

de bien discerner celle-ci. Voilà pourquoi on taille les pierres en table entourée de facettes. Alors, en évitant le reflet direct qui a lieu sur la table, la pierre montre sa couleur fondamentale dans toute son étendue. L'émeraude, beaucoup moins chère que le beau rubis et le diamant, est cependant fort recherchée et fort estimée. On peut dire que c'est une pierre d'affection pour le public.

Le *saphir*, qui vient après l'émeraude, est la plus dure des gemmes. On pourrait regarder le saphir comme un rubis bleu, ou le rubis comme un saphir rouge. On doit dire avec Haüy et Mawe que l'alumine cristallisée est susceptible à peu près de toutes les couleurs, L'espèce minéralogique à laquelle appartient le saphir s'appelle *corindon*. Après le *corindon rouge* ou *rubis oriental* vient le *corindon bleu* ou *saphir oriental*. Parfois le corindon est coloré en jaune très-beau, alors il prend le nom de *topaze orientale;* s'il est violet, ce qui est rare, il est dit *améthyste orientale;* enfin il est quelquefois blanc ou incolore, comme le pur cristal de roche. Alors il ressemble un peu au diamant, et pourrait être confondu avec lui, si l'on n'avait pas pour les distinguer le poids plus grand du saphir blanc et sa réfraction, qui est double et qui montre au travers de la pierre deux aiguilles au lieu d'une.

On découvre au microscope, dans certains saphirs généralement un peu pâles, des traits dirigés dans le sens des faces des prismes à six pans. La lumière, se reflétant sur ces filaments intérieurs qui ont trois directions différentes, produit trois petites traînées brillantes transversalement à ces filaments et aux faces du prisme.

L'entre-croisement de ces petites traînées lumineuses forme une étoile à six beaux rayons qui vaut à la pierre le nom de *saphir astérie,* c'est-à-dire *saphir étoilé*. Ces saphirs sont fort estimés des Orientaux, surtout quand l'astérie se forme dans un saphir d'un bleu foncé. Les corindons de toutes les couleurs sont susceptibles d'être astéries. Dans ses voyages en Afrique, M. d'Abbadie portait une astérie bleue assez belle qui lui commandait souvent le respect des indigènes. On a des astéries sur un fond rouge, bleu ou jaune, suivant la couleur du corindon. Jusqu'ici on n'en a pas vu sur le corindon blanc. Je viens de dire que ce reflet étoilé provenait de petits filets contenus dans les pierres. Ces filets sont le résultat soit de matières étrangères, soit de petits vides laissés dans la disposition régulière des particules au moment de la cristallisation. Si, au lieu d'essayer d'avoir des astéries par reflet, on taille la pierre de manière à regarder au travers, alors le phénomène de l'astérie devient presque universel. A moins que la pierre ne soit d'une parfaite uniformité cristalline, l'observateur qui prend pour point de mire une bougie placée à une distance moyenne aperçoit de ces traînées lumineuses transversalement à toutes les séries de filaments que contient le minéral. Suivant que la pierre provient d'une figure à quatre ou à six pans, on a une astérie à quatre ou à six rayons, et s'il n'y a des filaments que dans une direction, il n'y a qu'une bande lumineuse. J'ai fait tailler ainsi toutes les gemmes et un grand nombre de cristaux minéralogiques. En rayant artificiellement à la pointe de diamant une plaque de verre suivant divers sens, on y détermine des bandes

de lumière en même nombre que les séries de traits entaillés sur la surface, et toujours dans une direction transversale à ces traits. On peut même très-simplement avoir une astérie carrée, en étendant avec le doigt un peu de cire ou de substance grasse sur une lame de verre peu épaisse. Il faut que le verre soit à peine terni, et il faut promener le doigt toujours dans le même sens, par exemple de la droite vers la gauche ou de haut en bas. Il suffit que le doigt ait touché la cire, pour qu'il puisse produire le ternissement par filets dirigés dans le même sens. Alors, en regardant une bougie au travers, il se produit une bande de lumière blanche transversale à la direction des filets. Si l'on a fait la même opération en deux sens sur les deux faces du verre, on obtient une croix à quatre branches par les deux bandes lumineuses qui se croisent devant l'œil.

On tire de Ceylan une pierre verdâtre, traversée par des filets d'amiante blancs, qui porte le nom d'*œil-de-chat*, et qui est taillée en cabochon très-relevé. On y voit une bande flottante qui provient du reflet de la lumière sur les filets de l'amiante. En général, dans ces accidents curieux de lumière qui font des pierres exceptionnelles ou d'affection, il faut que la couleur des bandes astériques contraste le plus possible avec le ton du reste de la pierre. En faisant rayer par des traits croisés une simple cornaline, j'avais obtenu une belle croix blanche sur un fond rouge. S'il y avait eu des traits en trois sens, on eût obtenu une étoile à six branches. Dans les minéraux, ce caractère astérique est très-précieux, parce qu'il décèle la forme primitive de la substance qu'on examine, et je répète qu'en regardant au

travers de la pierre convenablement taillée, et non par reflet, on trouve des bandes astériques dans un très-grand nombre de minéraux cristallisés.

On emploie beaucoup dans les arts une poussière très-dure, qui porte le nom d'*émeri*, et qui sert à user les corps résistants que l'on promène sur une plaque couverte de cet émeri, en les pressant plus ou moins. Cette substance est une espèce de corindon ou saphir contenant une assez grande quantité de fer qui s'est substituée à l'alumine au moment de la formation de la pierre. Au reste, cette substitution est assez habituelle dans la chimie et la minéralogie. On prétend qu'à force de patience les Chinois arrivent à tailler le diamant avec la poudre de corindon. L'ouvrage doit avancer bien lentement, car le corindon ou saphir grossier est bien peu dur par rapport au diamant; c'est comme si l'on voulait aiguiser un instrument d'acier en le frottant sur du papier ou sur du linge. Au reste, si la patience industrieuse peut faire des miracles, c'est aux Chinois que ce don est réservé.

Nous mettrons après le saphir l'*opale*, que nous envoient la Hongrie et le Mexique. Les opales de Hongrie sont bien supérieures pour la variété des teintes, et n'ont pas, comme celles du Mexique, l'inconvénient de se détériorer avec le temps. Il y a quelques années, l'opale était pour le prix supérieure au saphir, mais ce haut prix a provoqué, je l'ai dit, une exploitation plus active des mines hongroises, et ces belles pierres, tout en conservant leurs teintes riches et variées, ont un peu baissé de prix. Il faut, pour la perfection de l'opale, qu'elle renvoie à l'œil toutes les couleurs du spectre

solaire disposées par petits espaces ou paillettes ni trop grandes ni trop petites, sans qu'aucune couleur domine exclusivement. On lui donne ordinairement le nom d'opale *arlequine*, par allusion à l'habit du héros de la parade italienne, qui est formé d'un grand nombre de morceaux de drap de couleurs éclatantes et opposées cousus l'un à l'autre au hasard. La pâte de l'opale doit être un peu laiteuse et d'un léger vert céladon. Cette teinte laiteuse dans les verres est connue de tout le monde sous le nom même de *teinté opaline*. Tel est l'aspect de l'eau où l'on a fait fondre du savon, ou même celui des bulles de savon que les enfants soufflent au chalumeau pour les lancer en ballons légers, où la vapeur d'eau joue, par sa légèreté, le rôle que joue le gaz hydrogène dans les aérostats ordinaires. Le grand Newton n'a pas dédaigné de souffler, et *même avec un certain art*, ces pellicules savonneuses, qui, comme tous les corps minces, prennent les plus vives couleurs dès qu'elles ont atteint un degré de ténuité suffisant. C'est aux environs d'un deux-millième de millimètre, cent fois ou deux cents fois moins que l'épaisseur d'une feuille de papier, que la bulle de savon devient colorée et reflète toutes les couleurs du spectre solaire et de l'arc-en-ciel. Pour concevoir les couleurs de l'opale, il suffit d'admettre dans la pierre un grand nombre de petites fentes ou fêlures disposées par places isolées et d'une épaisseur variable, quoique toujours fort petite. Alors, suivant son épaisseur, chaque fissure donne sa couleur particulière, et il ne s'agit plus que de choisir les échantillons qui donnent l'assortiment de couleurs le plus complet. Il faudra y reconnaître le violet, le

bleu indigo et le bleu de ciel, le vert, le jaune, l'orangé et le rouge. Le vert et le jaune semblent ordinairement plus rares que les autres couleurs.

Au reste, il est si vrai que les couleurs de l'opale proviennent de petites fissures dans une pierre très-tendre, fendillée à l'infini, qu'en frappant au marteau ou au maillet de bois les masses vitreuses qu'on appelle *cristal*, ou le cristal de roche lui-même, on y détermine des fentes qui donnent les couleurs de l'iris, et qui même portent ce nom chez les lapidaires. Quand une pierre transparente contient naturellement une fissure colorée qui n'arrive pas jusqu'aux bords comme celles que détermine le marteau, on la taille en cabochon peu relevé, et l'on voit la fissure se jouer en diverses couleurs, suivant l'inclinaison qu'on lui donne. C'est principalement le cristal de roche qui donne ces effets d'iris; mais j'en ai vu dans la topaze blanche et dans le feldspath laiteux. Les couleurs du marbre lumachelle et de plusieurs minéraux sont du même genre. Si je n'étais arrêté par la crainte de m'éloigner de mon sujet principal, je montrerais que presque toutes les couleurs des fleurs sont produites par la disposition superficielle des tissus qui les composent. Là est le secret de la variation de leurs teintes depuis la première floraison jusqu'au moment où elles se flétrissent. Du reste, il suffit d'écraser une feuille de rose pour reconnaître ce qui est une couleur réelle ou une couleur résultant de la forme. Toute la couleur qui subsiste après que l'on a dénaturé la forme est une couleur réelle analogue à celle qui subsiste dans les roses séchées; tandis que ce qui disparaît, et qui est la presque totalité de la teinte,

n'était dû qu'à une disposition spéciale du tissu lamellaire de la fleur. En jetant dans un vase d'eau chaude un goutte d'huile qui s'étend à la surface, on obtient une pellicule très-mince qui offre d'aussi vives couleurs que les pellicules superficielles des fleurs.

Quelquefois l'opale n'a de couleur que dans sa pâte, à peu près comme les verres opalins; elle est alors peu estimée. D'autres fois, comme les iris, elle n'a que des couleurs très-larges, ou même une couleur unique et un peu changeante, soit rouge, soit verte, bleue ou jaune. L'impératrice Joséphine avait payé fort cher un assortiment de deux pierres pareilles formant des ovales de 4 à 5 centimètres environ de longueur sur une largeur de 2 à 3 centimètres, car, à une époque où il était de rigueur de porter deux bracelets pareils, on éprouvait de grandes difficultés pour *apparier* convenablement les pierres de fantaisie. Comme c'est au hasard seul qu'est due la disposition intérieure des fissures colorantes de l'opale, on doit concevoir qu'il faudrait en réunir une grande quantité pour avoir le choix de deux échantillons bien semblables. Aujourd'hui les seules opales arlequines ont un prix considérable, et les deux pierres qui coûtèrent à Joséphine tant de soins et d'argent ne vaudraient pas le dixième du prix qu'elle en donna; mais il faut mettre en ligne de compte l'indigence du commerce des gemmes à cette époque. Excepté pour les boucles d'oreilles, l'opale actuellement se monte en pierre isolée avec ou sans un entourage de petits brillants dont les feux vifs et scintillants contrastent avec les teintes de la pierre, qui sont aussi calmes que riches et variées.

L'opale est fort tendre. Dans sa composition chimique, il n'entre que du quartz hydraté, c'est-à-dire du caillou blanc combiné avec de l'eau. Le feu, en dilatant ses fissures, en fait varier les couleurs. Sans doute la pression opérerait le même effet. J'ai beaucoup tourmenté, sans les altérer aucunement, deux belles petites opales arlequines de Hongrie d'une agréable pâte bleu céladon, et toutes mes expériences ont confirmé les lois établies par Newton sur les couleurs des *lames minces*.

Avant la tempête révolutionnaire de la fin du siècle dernier, le financier d'Augny possédait une opale arlequine d'une grande beauté. C'était un ovale élégant de 21 millimètres de longueur sur 15 à 16 millimètres de largeur. Estimée parfaite de tout point, cette pierre avait une grande célébrité. Je ne sais si d'Augny courut, comme le sénateur Nonius, des risques de proscription pendant la Terreur, mais à coup sûr ce ne fut pas pour son opale sans pareille. Les sales proscripteurs de 93, qui vendaient à l'*étranger* le trésor de Saint-Denis et de plusieurs autres basiliques pour 80,000 francs, ne songeaient pas aux opales donnant toutes les couleurs de l'iris céleste.

Le *Régent*, avant l'époque du vol des diamants de la couronne, eut cependant l'honneur d'être présenté au peuple, ou, si l'on veut, à la populace du temps. Voici comment on avait organisé cette exhibition. Une petite salle basse avait été disposée de manière à permettre aux passants d'entrer facilement et de demander, au nom du peuple souverain, à voir et à toucher le beau diamant de la couronne de l'ex-tyran. Alors, par un petit guichet semblable à ceux qui servent à recevoir

le prix des places dans les théâtres, on passait au citoyen ou à la citoyenne en guenilles le diamant *national* retenu dans une solide griffe d'acier avec une chaîne de fer fixée en dedans de l'ouverture par laquelle on le présentait aux visiteurs. Deux hommes de police déguisés en gendarmes fixaient à droite et à gauche leurs yeux de lynx sur le possesseur momentané de la merveille de Golconde, lequel, après avoir soupesé dans sa main une valeur estimée 12 millions dans l'inventaire des diamants de la couronne, reprenait à la porte sa hotte et son crochet pour continuer d'explorer les balayures vidées aux portes des maisons. J'ai plusieurs fois obtenu la permission d'assister aux visites des diamants de la couronne, et j'ai toujours eu la négligence de ne pas en profiter. « Comment! monsieur, me disait un pauvre ouvrier jardinier, vous n'avez pas eu dans la main le *Régent de France;* mais moi et tous mes amis nous l'avons vu et touché tant que nous avons voulu pendant la révolution! » Cet homme me disait qu'on laissait entrer dans la pièce basse en question un nombre quelconque de visiteurs, mais qu'en cas de *bruit* il n'eût pas *fait bon de se trouver là dedans!*

L'opale d'Augny, dont je n'ai vu nulle part l'estimation, est passée, il y a déjà longtemps, entre les mains d'un amateur distingué, le comte polonais Waliski. L'opale de Nonius, que celui-ci dans sa fuite précipitée choisit seule entre tous ses trésors pour l'emporter avec lui, avait été estimée *sestertium viginti millibus*, ce qui, d'après la table exacte de M. Duréau de la Malle dans son livre sur l'*Économie politique des Romains*, revient environ à 3,881,000 francs, c'est-à-dire à peu près

4 millions de francs. Si l'on remarque qu'avant la taille du diamant, l'opale était la seule pierre qui, recevant la lumière blanche du jour, la renvoyait colorée de mille teintes magiques, ce prix d'estimation ne paraîtra pas trop élevé pour une gemme qui était le *Régent* ou le *Koh-i-noor* de Rome. Les tables en citronnier de Juba, estimées quinze ou seize cent mille francs, et les vases myrrhins du même prix feront trouver *bon marché* l'opale de Nonius. Sa grosseur était celle d'une noisette. L'opale, en même temps qu'elle est la plus légère de toutes les gemmes, puisqu'elle perd dans l'eau presque la moitié de son poids, est aussi une des plus tendres. Celles de l'Inde paraissent être un peu plus dures et plus lourdes.

Le prix actuel du marché de Paris place après l'opale deux pierres d'un vert jaunâtre indécis, savoir la *chrysolithe* et le *péridot*. La chrysolithe est une pierre gemme bien caractérisée par son éclat vif, son poli, analogue à celui du saphir, et une teinte chaude et gaie. C'est la pierre d'affection de sir David Brewster, célèbre par ses beaux travaux sur l'optique. La chrysolithe ou cymophane a souvent le laiteux du saphir. Pour énumérer ses autres propriétés, il faudrait aborder le vaste champ de l'optique moderne, parler de la double réfraction à un ou deux axes, de la polarisation et des couleurs qu'elle fait naître dans la lumière qui traverse les cristaux, et enfin des anneaux colorés à ligne noire, à croix noire, et sans croix ou ligne noire. Les anneaux de la chrysolithe, comme ceux de la topaze, sont de la première de ces trois espèces d'anneaux. C'est un caractère qu'Haüy a méconnu, et qu'avec un peu de dex-

térité on fait apparaître dans presque toutes les pierres taillées. Ce caractère m'a servi un jour à ne pas acheter une belle pierre blanche arrivant de l'Inde, et qui avait été consignée comme un saphir blanc. En effet, l'astucieux sectateur de Bramah avait coloré en bleu un petit coin de la pierre, circonstance qui s'observe naturellement dans les saphirs incolores. Le troisième des caractères des anneaux polarisés, savoir le centre sans raie noire, nous montra tout de suite que c'était un beau cristal de roche et rien de plus.

Quant au *péridot* ou *olivine*, sa teinte est plus grasse que celle de la chrysolithe; c'est toujours du vert olive mêlé de jaune, mais le vert y domine davantage. Cette pierre est fort tendre et raye à peine le verre. Son peu de dureté donne toujours un air émoussé à ses arêtes. Le péridot, qui nous arrive de l'Inde, est taillé en ornements pour harnais de cheval, ainsi que les plaques d'émeraudes et d'autres pierres venant des mêmes contrées. Ceylan, l'île privilégiée pour la production des pierres de couleur, ne paraît pas continuer à fournir le péridot, qui du reste n'est pas rare dans les laves des volcans, quand on se contente de recueillir de petits cristaux minéralogiques tout à fait au-dessous de ce que l'art du lapidaire peut mettre en œuvre. A ce propos, je dirai qu'autrefois j'ai rencontré souvent chez les minéralogistes un amateur de petits cristaux, qui en avait fait à peu de frais une assez riche collection. Vus à la lampe et au microscope, les petits échantillons ainsi réunis vérifiaient toutes les lois cristallographiques d'Haüy. Un cristal qu'une fourmi eût pu traîner était pour cet amateur excentrique ce que l'*Etoile du*

Sud sera pour les admirateurs ordinaires de diamants. Il était le fléau des marchands par ses longues et minutieuses investigations. D'une roche parsemée de petits cristaux il en tirait qui, sous le microscope et convenablement éclairés, donnaient de bonnes indications scientifiques.

Le péridot a l'insigne honneur d'être la seule gemme qui se soit trouvée jusqu'ici dans les pierres qui tombent du ciel. A la vérité, ces petites olivines ne se vendraient pas au carat; mais en les faisant tailler dans leur gangue, on aurait une pierre, sinon brillante, du moins fort curieuse. L'amateur de cristaux microscopiques dont j'ai parlé tout à l'heure avait une belle petite olivine tombée du ciel, et c'est même cette circonstance qui l'a rappelé à mon souvenir. Je n'ai pas besoin de dire que l'existence d'une pierre cristallisée dans les masses qui tombent de l'atmosphère réfute victorieusement toutes les idées de ceux qui croient que les météorites se forment subitement dans l'air par une prétendue condensation d'exhalaisons terrestres. Alors, comment le péridot eût-il pu s'y cristalliser? car la disposition régulière des particules qui constituent un cristal exige un temps immense. Ceux qui font croître des cristaux dans des dissolutions très-chargées mettent en ligne de compte pour la *nourriture* de leurs cristaux et le temps et la patience.

Du péridot nous passons au *grenat*, qui est une pierre ferrugineuse d'un rouge foncé et manquant la plupart du temps de transparence; il s'en trouve néanmoins quelques-uns qui font exception et qui sont d'une couleur très-belle, dite fleur de pêcher. J'en avais choisi quelques-uns avec un amateur de gemmes doué d'un tact

exquis, M. le marquis de Drée. A la perfection de la couleur il exigeait qu'une pierre d'échantillon joignît une teinte de même force en tout sens, ce qui, manquant à bien des pierres taillées au hasard dans le cristal minéralogique, constitue des défauts bien sensibles à un œil exercé ou prévenu. On fait avec le grenat taillé très-petit des assemblages de pierres juxtaposées qui ont un aspect agréable de rouge mêlé de noir. Le seul grenat qui ait une valeur un peu élevée quand il est de belle qualité, c'est l'hyacinthe, pierre d'un jaune orangé mielleux, ayant à peu près l'aspect du sucre d'orge commun qui se fait avec de la cassonade jaunâtre. Cette pierre, qu'Haüy a tort avait séparée des grenats, n'est aucunement recherchée par le public, et ne peut convenir qu'à un amateur ou à un curieux. Les Hollandais taillaient autrefois le grenat noir en perles à facettes dont ils faisaient des colliers qui servaient de monnaie d'échange pour la traite des esclaves. Dans plusieurs États de l'Amérique, les négresses libres ou non affectionnent encore ce genre de parure que la cornaline et le corail ont tout à fait détrôné en France.

L'astérie se montre dans les grenats comme dans les saphirs, et j'ai pu y vérifier par la taille tout ce que la structure minéralogique y indiquait d'avance. On peut y développer des astériés à quatre branches, à six branches, et des croix droites ou obliques, sans compter certains cercles de lumière qui résultent d'une taille perpendiculaire aux filaments astériques. On voit que non-seulement pour la minéralogie, mais encore pour l'optique, l'étude de la structure des gemmes fournit un grand nombre de données utiles. C'est à l'étude de l'óp-

tique minéralogique que Malus, Arago, Fresnel et M. Biot en France, Huygens en Hollande, Wollaston et sir David Brewster en Angleterre, enfin Seebeck et M. Haidinger en Allemagne, ont dû une grande partie de leur renommée, et la science de la lumière ses plus belles découvertes.

Le grenat n'a point de nom latin chez Pline, pas plus que le rubis : il était confondu avec toutes les pierres rouges ou escarboucles (*carbunculi*). C'est la plus lourde des gemmes. Sa réfraction est simple comme celle du diamant. On a fait avec succès de petites loupes ou microscopes avec un grenat blanc qui se trouve en Norwége, mais c'est surtout avec le diamant qu'on a obtenu de petites lentilles extrêmement puissantes. La taille en est excessivement difficile, et le prix inabordable. L'observatoire de Paris, où l'on installe avec activité des instruments convenables au rang que doit tenir le premier observatoire de la France, emploiera sans aucun doute comme oculaires les lentilles de diamant et de grenat blanc. A cette occasion, je noterai qu'un cristal minéralogique à réfraction simple, l'amphigène, fortement réfringent et parfaitement incolore, pourrait aussi fournir des lentilles oculaires très-efficaces.

La *topaze*, dont le nom rappelle la couleur jaune, est un minéral cristallisé en baguettes non carrées susceptibles de se casser transversalement avec une grande netteté. La topaze affecte réellement toutes les couleurs. Elle nous vient principalement du Brésil ; il y en a cependant en Saxe et en Sibérie. Le prix de la variété jaune, qui devrait, à proprement parler, porter seule le nom de topaze, s'est abaissé depuis un quart de

siècle d'une façon surprenante. Il ne faut pas confondre la topaze du Brésil avec la topaze orientale, qui est un beau corindon jaune, montant presque jusqu'à l'orangé. Quand on apprend au juif de Shaskpeare, dans *le Marchand de Venise*, que sa fille a fait cadeau de sa belle topaze en retour d'un singe qu'on lui a offert, il s'écrie douloureusement : « Ah ! malheureux ! j'aurais donné tout le pays des singes pour ma topaze ! » Aujourd'hui ce ne serait pas la topaze qu'on prendrait pour type de la gemme par excellence.

Le jaune n'est pas la couleur que Pline assigne à la topaze, pas plus qu'il ne donne le bleu au saphir. L'empereur Maximin, qui d'un coup de poing brisait toutes les dents d'un cheval, et qui d'une de ses augustes *ruades* lui cassait la cuisse, avait assez de fermeté dans les doigts pour y broyer des topazes, comme nous pourrions y réduire en poudre du sucre friable ou de la mie de pain. Quelle que fût la nature de la gemme, le tour de force n'en est pas moins presque incroyable. La topaze a fait longtemps les délices des Espagnols, et ils en ont travaillé les plus indignes échantillons. Aujourd'hui, quand on voit chez M. Charles Achard une pierre de cette espèce avec une riche teinte jonquille presque veloutée, comme la teinte d'un saphir, offerte à un prix médiocre, on ne s'explique pas ce caprice de la mode en fait de gemmes.

C'est avec la topaze blanche du Brésil que Fresnel a fait ses importantes découvertes sur la double réfraction à deux axes. C'est aussi cette topaze qui, sous le nom de *goutte d'eau*, se taille en faux diamant. Cette pierre sert encore en minéralogie comme l'un des types

de dureté. Ainsi on dit qu'une pierre raye le verre, raye le cristal de roche, raye la topaze, raye le saphir, suivant ses divers degrés de dureté. C'est un caractère fort utile pour reconnaître les pierres gemmes. Ainsi la *goutte d'eau* ne pourra rayer le saphir, ce que ferait assurément un vrai diamant. Le diamant noir de Bornéo aurait rayé tout et même le diamant. Quant au péridot et à l'opale, ils ne rayeraient rien du tout, pas même le verre brun de bouteille dont je me sers ordinairement dans ces expériences, car le verre des vitres est devenu fort mou depuis que, pour économiser le combustible, on y a mis une grande quantité de fondant alcalin.

La topaze bleue du Brésil ne monte jamais au ton du saphir. Ce n'est qu'une aigue-marine de qualité supérieure. De toutes les topazes, la seule qui ait une assez grande valeur, c'est celle que l'art a colorée en rose clair, d'une charmante teinte, au moyen du feu. Il suffit de choisir, dans les topazes jaune foncé ou jaune orangé mielleux, les échantillons bruts que l'on veut passer au feu. On les met ensuite dans des cendres ou dans du sable, en les amenant peu à peu à la chaleur rouge ou à la chaleur blanche plus ou moins prolongée. Quand on les retire, on leur trouve la teinte rouge clair du rubis balais, dont le nom même est donné à cette topaze, dite *topaze brûlée* ou *rubis balais* par Haüy et par Achard le père. La couleur *gaie* de la topaze brûlée est des plus agréables à l'œil. « Cette pierre a un caractère aimable, » me disait un dilettante. J'étais parfaitement de son avis sur le moral de cette gemme; cependant il faut avouer qu'il y a quelque chose de peu *sincère* dans les moyens qui lui font acquérir cette belle teinte. Si, comme l'o-

livine, la topaze eût été enveloppée dans les laves des foyers volcaniques, elle fût devenue naturellement rubis balais, et aucun nuage n'aurait plané sur la franchise de son caractère.

L'espèce minérale qui forme la topaze est caractérisée par une certaine quantité d'acide fluorique qu'elle contient exclusivement à toutes les gemmes. De plus cette pierre, chauffée modérément au feu, devient électrique, comme si elle eût été frottée, et ses deux bouts attirent les petits corps mobiles. Un léger fil de lin qui pend en l'air est attiré par la topaze chaude, comme il l'est par un bâton de cire à cacheter frotté sur un habit. La topaze ne partage cette propriété curieuse qu'avec la *tourmaline*. Cette dernière pierre, dont nous ne dirons qu'un mot comme pierre gemme, est très-célèbre dans l'optique, où ses propriétés polarisantes sont utilisées dans de nombreux appareils. Elle est sans éclat aucun, et quoique proposée comme pierre de deuil, concurremment avec le jais ou jayet, pour des parures un peu riches, les bijoutiers n'ont pu se décider à l'employer. Pour une riche parure de deuil, il faudrait tailler des diamants noirs, comme on l'a fait en Portugal pour une garniture de couronne royale. Les premières tourmalines nous sont venues de Ceylan, par la Hollande. La seule tourmaline rouge de Sibérie fait une assez jolie pierre de bague sous le nom de *sibérite*. Parmi les échantillons microscopiques de l'amateur dont j'ai déjà parlé, il y avait de petites sibérites de Corse de la forme cristalline et de la couleur la plus exquise. On aurait pu en faire des gemmes pour les Lilliputiens. Il y a quelques belles tourmalines du Brésil, vertes et

bleues, qui sont désignées sous le nom d'émeraudes et de saphirs du Brésil.

L'*aigue-marine*, dont le nom indique la couleur verdâtre ou vert peu foncé de l'eau de la mer, est une pierre de même nature minéralogique que l'émeraude, mais peu demandée aujourd'hui. Probablement son prix s'élèvera bientôt, car le commerce n'en reçoit aucun nouvel approvisionnement, et la circulation ne s'opère que sur un fonds ancien. Cette pierre ne perd rien aux lumières, et c'est un curieux spectacle de voir un magnifique saphir bleu perdre le soir tous ses avantages, tandis qu'une pauvre parure d'aigue-marine non-seulement garde tout son effet, mais semble même gagner plus d'éclat. Les Anglais recherchent l'aigue-marine, comme les Espagnols la topaze. Elle prend un beau poli et le conserve longtemps. Sa dureté est moindre que celle de la topaze, et elle est douée de curieuses propriétés optiques que notre sujet ne nous permet point d'aborder.

Nous voici à l'*améthyste*, dont le nom signifie *spécifique contre l'ivresse*. C'est un véritable cristal de roche coloré en beau violet; c'est essentiellement une pierre de jour qui perd beaucoup à la lumière. On peut dire qu'il ne manque à cette belle pierre que la rareté. Pline emploie le mot *améthystiser* comme synonyme de *violétiser*, tant les idées de violet et d'améthyste étaient analogues! Les savants modernes, avec leurs yeux de lynx, ont cependant pu trouver une petite différence entre le cristal de roche violet et l'améthyste. Cette dernière est caractérisée par une série de petites couches ondulées que n'a pas le cristal de roche violet. Il existe

aussi des cristaux de roche incolores ou jaunâtres qui offrent la structure ondulée intérieure de l'améthyste. J'ai retrouvé cette disposition par couches dans de la glace formée au rejaillissement d'une fontaine publique. Lorsque certaines agates possèdent de ces couches bien minces et bien uniformes d'épaisseur, elles prennent de belles couleurs d'arc-en-ciel, et on leur donne le nom d'*agates irisées*. Quelques détails échappés aux anciens auteurs peuvent faire présumer que les vases myrrhins, dont la valeur se comptait par centaines de mille francs, étaient quelquefois taillés dans des agates irisées. Sir David Brewster a donné la théorie exacte de ces irisations, ignorant que je l'avais donnée avant lui dans les *Comptes rendus* de l'Institut : sa théorie a donc été confirmée sitôt qu'elle a paru. Le même savant a fait voir d'une façon péremptoire que les riches couleurs des coquilles marines ne sont dues qu'à la forme de leur surface, qui est striée et ondulée par lignes très-serrées; car, si l'on prend sur une cire noire très-fine l'empreinte de la coquille colorée, on peut remarquer que la cire en adopte les couleurs en même temps qu'elle en adopte la forme. J'ai déjà dit que les élytres, ou fourreau des insectes, qui brillent des plus riches teintes, ne les devaient qu'aux raies que la nature a tracées à leur surface; et cela est démontré par l'empreinte sur la cire noire, qui devient colorée par cela seul qu'elle se moule sur les stries, qui sont la cause de la couleur. Les vases myrrhins étaient vendus 70, 100 et 300 talents. Or le talent était environ de 5,540 francs!

Nous pourrions aller chercher parmi les minéraux

des pierres qui, étant taillées, feraient d'assez belles gemmes. L'*euclase* serait une émeraude faible en couleur, mais bien plus dure que la véritable émeraude. L'amphigène serait aussi beau que le saphir blanc. La *prehnite* du cap de Bonne-Espérance donnerait un vert céladon assez agréable. C'est une chose curieuse que les progrès de la minéralogie n'aient pas amené sur le marché des gemmes de nouvelle espèce propres à faire des parures. Ceci nous ramène à une belle idée de M. de Humboldt : c'est que la nature minérale est la même d'un bout à l'autre du monde, ce qui n'a pas lieu pour la nature végétale ni pour les animaux. Ainsi, dès qu'on aura fouillé les couches siliceuses, argileuses, calcaires, granitiques d'une partie du globe, on aura des échantillons de ce que l'on devra trouver partout ailleurs, puisque les terrains, les dépôts, les roches, les laves, tout est identique dans toute contrée. Plus d'espoir donc d'avoir autre chose que les diamants, les rubis, les saphirs, les topazes, les émeraudes et les améthystes. Il n'y a de ressource que dans les travaux du laboratoire. Pour avoir du nouveau, l'homme ne peut plus compter sur la nature ; il ne peut avoir recours qu'à son génie.

Nous dirons, pour terminer la liste des pierres gemmes, quelques mots sur le cristal de roche ou caillou blanc cristallisé. Cette pierre, inférieure en valeur, n'est autre chose que du sable siliceux ou du roc faisant feu au briquet, cristallisé et coloré d'une infinité de manières. Presque tout ce qu'on appelle *pierres fausses* a le cristal de roche ou quartz pour base. Ainsi le cristal de roche taillé en diamant, comme les cail-

loux du Rhin ou les diamants d'Alençon, s'appelle faux diamant. Le saphir, la fausse topaze, sont des quartz bleus ou jaunes. Il n'y a que le quartz violet qui soit la vraie améthyste. Récemment on s'est avisé de faire pour les cristaux de roche jaunes d'Espagne ce qu'on fait pour les topazes de même couleur. Le résultat a été très-satisfaisant : il s'est développé dans la pierre une couleur veloutée presque orangée qui est très-riche. Quant à tous les reflets, toutes les teintes, tous les degrés de transparence, d'opalescence, enfin toutes les formes que le quartz, véritable protée, prend dans la nature, un volume suffirait à peine pour les détailler. L'industrie du verre, et surtout du verre blanc à base de plomb, dit cristal, a réduit presque à rien la demande du cristal de roche naturel. Autrefois on en garnissait les lustres et on en faisait mille ouvrages où le cristal vitreux est maintenant employé. Les anciens connaissaient la propriété qu'ont les boules de cristal de roche de rassembler les rayons du soleil et de brûler les corps qui se trouvent placés au foyer des rayons solaires concentrés. Les médecins mêmes se servaient d'une pareille boule pour cautériser certaines plaies, d'après l'ancien adage : « Après les médicaments, le fer ; après le fer, le feu ; après le feu, rien ! » Ces mêmes boules sont de vraies microscopes, surtout si elles sont petites, et l'antiquité en a taillé qui n'étaient pas plus grosses qu'une cerise. Les hommes d'alors auraient donc facilement scruté, comme nous, le monde des infiniment petits, s'ils l'eussent voulu. Bien d'autres choses qu'ils tenaient pour ainsi dire aux mains leur ont échappé. A voir tout ce que le XIXe siècle a déjà

fait, nous pouvons, sans trop de vanité, espérer que la postérité ne dira pas la même chose de nous.

Je n'ai pas parlé des *turquoises*, dont il est deux sortes, l'une et l'autre sans transparence. Une de ces turquoises provient des dents de mastodonte colorées par le cuivre en vert céladon. C'est un véritable ivoire fossile. L'autre espèce de turquoise est minérale et du même vert bleuâtre que la première. Celle-ci est assez recherchée et arrive à une quarantaine de francs le carat. La turquoise est parfaitement imitée au moyen de la porcelaine colorée de la même teinte. Peut-on appeler pierre gemme une pierre sans transparence et sans dureté? C'est plutôt une espèce d'émail naturel. Nous avons aussi omis le *feldspath*, qui contient un principe alcalin et qui donne des pierres ayant un éclat gras et nacré, mais sans couleurs. Cependant, lorsque le feldspath offre un fond jaune d'or parsemé de points rougeâtres, on le taille en une gemme peu commune aujourd'hui et presque tout à fait oubliée : c'est l'*aventurine*.

Après avoir considéré dans la nature les minéraux cristallisés que l'on taille en gemmes, on doit être tenté de les imiter par des opérations chimiques. Il ne s'agit pas ici de colorer artificiellement des pâtes vitreuses en rouge et en bleu pour en faire de faux rubis et de faux saphirs, industrie de bas étage. Il s'agit de reproduire dans le laboratoire les opérations de la nature, en les variant même et les complétant, et de faire de vraies pierres précieuses comme on a déjà essayé de faire de vrai diamant. J'ai déjà dit qu'Ebelmen, à Sèvres, avait fait cristalliser l'alumine et la silice en

vrai spinelle. M. Despretz, dans les expériences où il a volatilisé le charbon et le diamant et fait avec ce dernier de vrai crayon noir marquant parfaitement sur le papier, a facilement fondu l'alumine et la silice. Il a ainsi obtenu de ces substances de petites boules creuses tapissées intérieurement de cristaux, comme les cavités ou géodes qui dans les montagnes contiennent les cristaux de diverses sortes. Dans toutes les expériences de M. Despretz, les feux épouvantables qu'il a produits au moyen de l'électricité n'ont jamais fait que *décristalliser* le diamant pour en faire du carbone, sans apparence de cristallisation ainsi opérée. Il en résulte ce fait géologique très-important, que le diamant, que la nature ne nous offre jamais en place, n'a point dû sa naissance à un phénomène igné. Son origine est probablement électrique; mais où était-il à l'époque des premières transformations, et quand sa cristallisation a-t-elle eu lieu?

Suivant l'idée de M. Boutigny, le charbon de terre provient des pluies d'hydrogène uni au carbone qui durent arroser la terre lorsqu'elle était encore assez échauffée pour ne pas permettre à l'eau de tomber en pluie ordinaire. M. Boutigny tire de là une théorie des dépôts houillers, mais il n'a pas encore passé à la cristallisation du carbone. J'ai déjà dit que le soufre et le charbon unis ensemble donnent un liquide aussi blanc et aussi transparent que l'eau pure ou l'alcool le plus limpide. Cela posé, voici comment je procéderais pour cristalliser le carbone. Je remplirais une forte bouteille en fer avec ce liquide, et, après l'avoir bien bouchée à vis, je la placerais dans une étuve à 2 ou 300 degrés.

Alors probablement le fer de la bouteille et le soufre du liquide réagiraient l'un sur l'autre. Or le soufre, quittant le charbon pour s'unir au fer, laisserait libre le charbon, qui pourrait ainsi cristalliser.

Au reste, je ne donne ce projet d'expérience que pour faire comprendre le jeu des actions chimiques. C'est ainsi que lorsque l'on plongé dans une dissolution saline un corps qui prend l'eau à l'exclusion du sel, celui-ci cristallise sur le corps qui lui enlève l'eau. En serait-il de même du carbone, et cristalliserait-il sur le fer qui lui enlèverait le soufre? Il faut que ceux qui seraient tentés de faire des expériences de chaleur sur les liquides renfermés dans des espaces très-bien clos soient bien prévenus que dans cet espace la vapeur du liquide chauffé acquiert une grande force élastique qui peut briser une enveloppe de fer, surtout si celle-ci a été affaiblie par l'action du soufre. Plusieurs alchimistes se sont tués en chauffant à outrance du mercure dans des vases de fer. La vapeur du mercure faisait crever le fer, dont les éclats produisaient l'effet de la bombe. J'ai fait dans ma vie un assez grand nombre d'expériences périlleuses avec la poudre à canon, les gaz arrêtés dans leur dégagement et les poudres fulminantes. Voici le secret pour n'être pas blessé : c'est d'admettre que l'accident qu'on craint arrivera infailliblement, et de se mettre alors convenablement à l'abri pour un péril hypothétique, comme on le ferait pour un accident imminent et indubitable. Surtout il faut se défier des explosions qui tardent à se produire, et se réserver toujours la faculté de briser son appareil sans en approcher de trop près. Si l'on voulait opérer en petit et avec un tube de verre

très-fort, on mettrait dans le tube une petite baguette de fer avec le liquide sulfocarbonique, et on mettrait le tout dans l'étuve. Mais, encore une fois, il faut agir avec prudence : c'est un mauvais voisin qu'un tube qui est toujours sur le point de voler en éclats !

Nous venons de dire qu'il n'y avait guère de chance que la nature nous offrît des minéraux inconnus, mais que les produits de laboratoire n'avaient point contre eux cette présomption de non-succès. Il faudrait donc réexaminer tous les composés dont la dureté, le poli, la transparence et la cristallisation conviendraient aux gemmes. Ensuite on verrait à les colorer convenablement, ce qui ne paraît pas fort difficile, puisque la matière colorante semble étrangère à la substance des gemmes, lesquelles ne sont que trop souvent fort inégalement colorées. Ebelmen, en faisant évaporer de l'éther silicique, avait obtenu de belle pâte d'opale. Plusieurs de ceux qui cherchaient le diamant ont obtenu des silicates fort durs, et qui pouvaient rivaliser avec toutes les gemmes. *Cherchez, et vous trouverez !*

En comparant la France d'aujourd'hui à la France du commencement de ce siècle, on voit avec satisfaction combien l'intelligence et l'industrie ont augmenté sa richesse et son bien-être en même temps que sa population. La richesse immobilière a été accrue par les progrès de l'agriculture et par l'établissement des voies de communication. La richesse mobilière en argent, en bijoux, en pierres précieuses, en meubles, en objets d'art, en bibliothèques, en conservatoires, en collections de toute sorte, a encore plus gagné que la propriété foncière, et l'on peut dire de nos villes ce que disait

Homère de quelques villes grecques, savoir que les maisons y tiennent en dépôt une grande masse de valeurs. Sous ce point de vue, Londres l'emporte de beaucoup sur Paris, comme Paris l'emporte sur Londres pour la qualité de sa population. Le seul point de richesse mobilière actuelle où il semble y avoir un peu d'infériorité, c'est dans le nombre des collections de pierres précieuses. Celles du baron Roger et de M. Hope ont été vendues et dispersées. Les diamants du duc de Bourbon ont été vendus sans respect pour leur origine, qui remontait à Charles le Téméraire. On pourrait croire que c'est la dissémination et l'abaissement des fortunes qui s'opposent à la formation de ces collections coûteuses : c'est une grande erreur, car les valeurs mobilières en livres, en tableaux et en meubles précieux sont tout aussi chères et improductives que les collections de gemmes; elles font moins d'honneur et de plaisir, et quand elles changent de maître, elles perdent infiniment plus. De toutes les dépenses de luxe, on peut donc hardiment établir que les diamants et les pierres précieuses sont la *dépense la plus économique*, surtout lorsqu'on choisit en connaisseur et guidé par un joaillier habile et consciencieux. Il n'est pas de société où l'exhibition des belles pierres d'une boîte de choix n'attire l'attention générale. On acquiert peu à peu ces notions de géographie, de minéralogie, de physique, de chimie et de cristallographie, qui naturellement se lient aux contrées où le commerce va chercher ces beaux produits de la nature, à la manière de les tailler, de les monter, de les porter, et enfin à leur valeur commerciale. La possession d'une belle collection de pierres précieuses

de premier choix n'est donc point un luxe inutile, dispendieux et frivole. Quand les premiers d'une société peuvent acheter des diamants, les derniers peuvent acheter des aliments; mais quand les premiers en sont réduits aux aliments ou même à la gêne, il y a longtemps que les derniers sont morts de faim. Comparez l'Europe occidentale et l'Europe orientale, et jugez.

(Février et Mars 1855.)

DES PHARES

ET DE

LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE.

DES PHARES

ET DE

LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE.

Phare au rouge éclair,
Que la brume estompe!
VICTOR HUGO.
Fiat lux!
(Créons de la lumière.)

Il y a loin des belles recherches de Fresnel qui ont donné les phares français à l'humanité entière, il y a loin de ces méditations savantes au travail rustique de l'homme de Virgile qui *dans les longues veillées d'hiver pratique avec un fer tranchant des entailles à un bois résineux pour en faire des torches :*

Et quidam seros nocturni ad luminis ignes
Pervigilat, ferroque faces inspicat acuto.

Il y a loin des copeaux de sapin qui brûlent encore aujourd'hui en Islande et en Sibérie, pour éclairer de misérables huttes, au phare de premier ordre que l'administration française, sous la direction de M. Reynaud, a établi dans une tour de grandeur naturelle au milieu de toutes les merveilles de l'exposition universelle. Tout nous prouve, il faut le répéter, que l'état physique du

monde actuel est de date très-récente. Par la petite quantité de matériaux que les fleuves ont jusqu'ici roulés à la mer et d'après la quantité qu'ils en portent chaque année, on conclut qu'il n'y a que peu de siècles que leur cours a commencé et s'est établi tel que nous le voyons. Les plantes et les insectes n'ont pas encore eu le temps de se disséminer sur toutes les régions qu'ils devront occuper plus tard. Chaque jour, la nature et l'art, qui rivalise avec la nature, acclimatent des espèces nouvelles inconnues aux pays qu'elles vont désormais peupler et enrichir ; mais les conquêtes de l'être soi-disant indéfiniment perfectible nous offrent une confirmation frappante de cette vérité, que le monde n'est vieux que comparé à la courte durée de notre vie, et que dans la série des âges de la terre, relativement à la période astronomique et aux périodes géologiques, la période historique actuelle ne date que d'hier. En effet, si l'on considère combien peu de progrès les arts et surtout ceux de l'éclairage avaient faits avant le siècle actuel, il devient évident que le temps a manqué au genre humain pour aller plus avant. Il ne s'agit point ici de ces industries exceptionnelles qui ne s'adressent qu'au petit nombre et n'ont aucun des caractères qui rendent la lumière et le feu à peu près indispensables au genre humain. Ainsi, de ce que les arts de l'éclairage avaient fait peu de progrès avant le XIXe siècle, on tire l'induction que ce XIXe siècle n'a été précédé que d'un petit nombre de dizaines de siècles.

La mythologie nous représente Cérès cherchant sa fille Proserpine à la lueur de deux pins enflammés;

mais rien ne nous signale l'époque où la combustion des matières grasses et des huiles a été substituée à celle des bois résineux. Ce fut un grand pas fait dans l'art de l'éclairage que l'invention de la mèche, c'est-à-dire de quelques filaments brûlant, sans se consumer, au milieu d'un réservoir de substance combustible qui fournit continuellement des aliments à la flamme illuminatrice. La scie et le compas, ces deux instruments de l'industrie et de la science, sont attribués au neveu de Dédale, Perdix, qui fut changé, dit-on, en perdrix, sans perdre son nom, à une époque de l'antiquité assez peu reculée; mais à qui devons-nous *la mèche*, cet appareil aussi simple qu'utile, et qui est un agent à la fois chimique et physique? Pour égayer ce que cette phrase pourrait avoir de trop emphatique eu égard au peu d'importance d'une mèche, ἐλλυχνιον, je reproduirai un jeu de mots d'un de nos présidents de l'Exposition universelle, orateur éloquent et homme d'État; je dirai que l'inventeur de la mèche ne doit pas être traité légèrement, et qu'il mérite la reconnaissance de tous les hommes *éclairés*.

Nous ne savons pas non plus à qui rapporter l'invention de la mèche enveloppée de matière solide combustible comme dans les bougies, les cierges, les chandelles de suif et de résine. Ces dernières paraissent dater d'une haute antiquité. Virgile nous peint le laboureur rapportant de la ville un grand pain de résine destinée évidemment à l'éclairage, et dans bien des chaumières encore la cire et le suif sont remplacés par cette matière beaucoup moins chère, mais qui ne donne qu'une lueur bien faible accompagnée de pétil-

lements continuels et d'une odeur désagréable et malsaine, quand cette sorte de chandelle n'est pas fixée dans la cheminée elle-même. C'est à la lueur de ce triste luminaire que travaillent les fileuses villageoises, qui se cotisent entre elles pour les frais de ce triste éclairage, lequel, suivant l'expression d'un poëte espagnol, ne donne qu'autant de clarté qu'il en faut pour *rendre l'obscurité visible*. Là cependant, comme dans toutes les réunions sociales, l'imagination trouve sa place. Des chansons égayent souvent les veillées. Une vieille conteuse dit des histoires de brigands, de revenants ou d'amants éprouvés par l'adversité. Le local se prête au mieux à la frayeur provoquée par un récit qui ne manque jamais de rappeler des apparitions, des scènes de cimetière ou des traits de malice du démon déjouée par quelque saint personnage. Nous trouvons encore dans les vieilles légendes, sur lesquelles l'imagination active de nos pères s'est assez pauvrement exercée pendant neuf ou dix siècles, des âmes damnées qui recommandent à leurs amis d'être plus sages qu'elles et de ne pas trop aller aux *fileries*.

La lampe à tête ronde, portée sur une espèce de chandelier et pourvue d'une petite mèche, est encore fort en usage en France, et éclaire tout aussi mal que la chandelle de résine. En revanche elle est fort économique. « Pourquoi, dit le vieux Strepsiade à son esclave dans la comédie des *Nuées*, pourquoi as-tu allumé cette lampe qui *boit* tant d'huile? » Il n'eût pas fait ce reproche à nos petites lampes d'étain, mais aussi quelle lumière! Combien de becs à mèches pareilles ne faudrait-il pas pour faire une de nos lampes Carcel!

Les physiciens ont constaté par l'expérience ce fait remarquable, que pour obtenir beaucoup de lumière d'un combustible quelconque, il faut qu'il brûle vivement. Il n'en est pas de même de la chaleur, et soit que le combustible se consume lentement ou rapidement, il donne toujours la même somme totale de chaleur. Ainsi une bougie ayant une trop petite mèche ne serait pas avantageuse. A la vérité elle durerait plus longtemps, mais sa lumière serait si faible, que la durée ne compenserait pas cette faiblesse extrême. En un mot, supposons une bougie qui dure deux fois moins qu'une autre de même poids : il suffirait, pour la compensation exacte, que celle qui dure deux fois moins éclairât avec un éclat double. Eh bien, l'éclat de celle-ci sera plus que doublé, et elle aura l'avantage sur l'autre. On peut encore formuler ce principe dans les termes suivants : Ayez deux bougies de même poids dont l'une brûle en huit heures et l'autre en quatre heures ; vous serez mieux éclairé pendant huit heures par les deux bougies de quatre heures brûlant l'une après l'autre que par deux bougies de huit heures de durée brûlant ensemble pendant ce même temps.

C'est ici l'occasion de placer des remarques sérieuses sur le peu de contrôle exercé par l'autorité en ce qui touche la vente de la lumière artificielle. Je n'ai pas besoin de rappeler à mes lecteurs que la ville de Paris aussi bien que Londres et New-York consomment pour plusieurs millions de cette denrée fournie par des becs de gaz. Les usines de Cincinnati distillent par an quatre ou cinq cent mille *porcs*, et le gaz qui en résulte porte le nom assez bizarre de

lumière de porc, porklight. En France, au moment où j'écris, un kilogramme de bougie stéarique ordinaire coûte six fois plus qu'un kilogramme de pain, et ne représente en valeur vénale que la lumière qu'il peut donner. Si donc cette denrée, la lumière, ne se pèse pas, comment se fait-il que l'autorité n'exerce aucun contrôle sur la faculté éclairante des bougies mises en vente par le commerce, tandis que sur le pain et la viande, qui sont moins chers, elle déploie une vigilance si utile aux intérêts des consommateurs ? Il est évident que si 2 kilogrammes de bougies de diverses fabriques éclairent inégalement, et que l'une des bougies ait un éclat double de l'autre, il y a fraude de la moitié du prix total, c'est-à-dire de 1 fr. 50 c. sur 3 francs. Dans quel débit tolérerait-on une pareille iniquité ? J'en dis autant d'un bec de gaz fourni à la ville de Paris ou aux boutiques des marchands, si son illumination n'est que la moitié de ce qu'elle devrait être.

On sait que l'embarras provient de la difficulté qu'il y a d'avoir une mesure, une balance, un instrument pour constater l'éclat réel d'une lumière donnée. On a pris pour point de comparaison l'éclat de la pleine lune, et on a cherché à quelle distance d'un papier blanc il fallait placer une bougie pour qu'elle illuminât ce papier autant que la lune en son plein. Il ne fallait pas songer à la lumière du soleil, qui est environ huit cent mille fois plus forte que celle de la lune, qui est trop éblouissante, et qu'il est très-difficile de fractionner exactement à cause de l'excessive petitesse des trous par lesquels il faut la faire passer. En supposant la lumière de la pleine lune invariable, ce qui n'a pas lieu,

on espérait se servir de la bougie comparée à l'éclat de la lune comme de terme de comparaison avec d'autres lumières tirées de matières grasses, de becs de gaz ou de l'étincelle électrique. Malheureusement la lumière de la lune est blanche, celle des bougies et du gaz est rougeâtre, et celle de la flamme électrique est d'un vert sensible : or l'œil ne peut comparer deux lumières de teintes diverses.

La nécessité, aujourd'hui indispensable, de mesurer la lumière que l'on achète à un si haut prix a reporté l'attention sur un appareil que j'avais construit il y a bien des années pour cet objet ; mais la difficulté d'avoir des bougies d'un éclat invariable pour servir de point de comparaison a fait que cet appareil a eu plus de réputation que d'usage. Je dois mentionner que depuis la construction de mon photomètre, M. Foucault, le savant physicien qui a fait tourner la terre sous nos yeux, a employé avec succès un appareil photométrique de son invention avec des écrans d'un blanc mat d'une perfection admirable. Quand l'autorité adoptera-t-elle l'usage de ces instruments ! L'inégalité des lumières de deux sources vendues au même prix est telle aujourd'hui, que l'emploi de l'instrument de mesure le moins précis serait une amélioration des plus grandes.

Il est très-difficile, ainsi que nous venons de le dire, de trouver une source de lumière parfaitement invariable. Sir John Herschel, associé étranger de l'Institut de France, aussi savant opticien qu'habile astronome, a même prononcé qu'il n'existait pas d'étalon de mesure pour l'intensité de la lumière. Dans les longues études optiques auxquelles je me suis livré, on pense

bien que le difficile problème d'une lumière invariable a dû m'occuper bien des fois. Voici le procédé qui, je pense, donnera une quantité de lumière toujours la même, et à laquelle on pourra comparer d'autres lumières, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une lampe bien fixe d'éclat. Prenez un creuset ordinaire, et fondez-y un quart ou un demi-quart de kilogramme d'argent fin en coquilles, et maintenez-y de l'argent non encore fondu, en sorte que la température ne s'élève pas au delà de la chaleur de l'argent en fusion. La surface du métal sera rayonnante d'un blanc éclatant, et en couvrant le creuset d'une lame de platine ayant un trou rond de 10 millimètres de diamètre, on aura comme un disque illuminant d'un éclat qui se reproduira toujours le même avec les mêmes circonstances physiques. On pourrait encore obtenir une surface blanche de chaleur et une lumière constante en versant du cuivre et de l'argent fondu dans un creuset de platine; mais alors il faudrait étudier l'influence de l'épaisseur du creuset, et voir si elle est sensible ou non. Depuis à peu près deux ans que j'ai imaginé cette lumière blanche constante, je n'ai pu encore la réaliser expérimentalement, quoique le savant directeur de la Monnaie, M. Pelouze, de l'Institut, ait eu la bonté de s'offrir à moi comme un collaborateur pour un travail que ses honorables fonctions municipales lui permettraient d'utiliser dans la question de l'éclairage de la ville de Paris.

On peut dire, sans crainte d'être démenti, que la position actuelle d'un acheteur de lumière est tout à fait intolérable. Je sais bien qu'on me dira qu'il faut laisser le commerce libre, et que les acheteurs s'éloigneront

naturellement de la marchandise fraudée. Eh bien, c'est ainsi qu'on a perdu plusieurs branches du commerce d'exportation de la France. La mauvaise qualité des pacotilles nous a fait supplanter (nous les inventeurs de la chimie!) pour les préparations médicales sur les marchés de la Russie, de l'Inde et de l'Asie centrale, par les Allemands et les Anglais. Laissez libre le prix de vente, d'accord; mais la qualité et la quantité annoncées sont dues, puisqu'elles ont été indiquées; la constatation doit être possible ici de fait comme de droit, et de plus l'intérêt général de la société lui impose l'obligation de ne point rester étrangère à ces vérifications de probité.

Nous voilà un peu loin des progrès de l'art de produire de la lumière. Cette digression correspondra, si l'on veut, à la longue série de siècles où cet art fut stationnaire. Jusqu'à la fin du siècle dernier, il n'y eut de brillante illumination que celle des lustres à grand nombre de bougies, laquelle dans les appartements de Versailles revenait à des sommes immenses. Les bougies à moitié brûlées constituaient seules un revenu considérable de la charge d'où ressortissait l'éclairage royal. Les flambeaux à deux et à cinq bougies étaient d'un usage universel. Tous ces éclairages de luxe n'étaient guère efficaces. Les bourgeois, réduits à la bougie et souvent à la chandelle, méprisaient l'huile et les ignobles lampes où brûlait ce combustible avec une odeur repoussante, lorsque la lampe à courant d'air avec une mèche ronde et creuse et une cheminée en verre vint donner à la lumière de l'huile une supériorité qu'elle n'a point perdue depuis. L'inventeur de cette

lampe était Argand, et la date de l'invention est vers 1800. Un peu plus tard, un certain M. Quinquet s'empara de la lampe d'Argand, et lui donna momentanément son nom. Il fut l'Américc Vespuce du Christophe Colomb de l'éclairage. Les soins assidus de nettoyage, nécessaires aux lampes d'Argand, furent sur le point d'en compromettre l'adoption ; mais l'admirable éclat de leur flamme triompha de tout, et lorsque ensuite Carcel, par un mécanisme d'horlogerie, eut régularisé l'arrosage de la mèche, la perfection fut atteinte. Je serais injuste de ne pas mentionner la lampe dite à modérateur, inventée par Franchot, qui produit plus simplement un effet à peu près égal à celui que produit le mécanisme de Carcel ; mais ne nous noyons pas dans les détails. Une mèche ronde et creuse, arrosée continuellement d'huile en circulation, avec une cheminée en verre produisant un rapide courant d'air et une vive combustion, voilà la lampe moderne qui consacrera à jamais le nom de l'inventeur Argand.

Lucrèce nous peint en vers pompeux les statues dorées qui portent dans leur main droite des lampes ardentes qui fournissent des lumières pour les festins nocturnes :

> ..... Aurea sunt juvenum simulachra per ædes
> Lampadas igniferas manibus retinentia dextris,
> Lumina nocturnis epulis ut suppeditentur.

Comme les Romains, nous avons de gracieuses statues porte-flambeaux, mais nous mettons dans leurs mains des lampes à courant d'air dont l'éclat ne pouvait même pas être soupçonné par les anciens. Homère

ne voit rien de comparable à l'éclat du feu *flambant clair*,

Σελας ὡς πυρος αἰθομενοιο,

dans les signaux télégraphiques que Clytemnestre avait fait disposer le long de la côte pour être avertie de l'arrivée d'Agamemnon ; c'était le feu, et non point les lampes ni les torches qui donnaient le signal. Il en était de même des signaux de feu au moyen desquels les souverains de Perse recevaient en peu d'heures des nouvelles des extrémités de leur vaste empire. C'étaient de vrais télégraphes de nuit dont la description fidèle, donnée par Aristote, ne permet pas de douter que les anciens n'aient connu et employé ces correspondances rapides dont on fait honneur ordinairement à la France et à l'inventeur Chappe. De toutes les sources de lumière adoptées de l'antiquité, la torche formée de filasse enveloppée de résine est certainement la plus éclatante ; mais elle n'a pas la grosseur d'un feu de bois, et on n'eut pas l'idée d'assembler plusieurs torches pour obtenir un foyer dont la portée lumineuse eût été très-grande.

L'activité des esprits, qui dès le commencement de ce siècle se tournait vers les applications industrielles des agents physiques, mécaniques et chimiques, parvint à trouver dans la flamme du gaz hydrogène carboné une rivale à la flamme de l'huile dans la lampe à courant d'air. Une expérience connue des physiciens sous le nom de *lampe philosophique* consistait à brûler un petit jet de gaz hydrogène sortant d'un flacon dans lequel on versait de l'eau. Rien de faible comme cette petite lueur qui s'apercevait à peine dans un apparte-

ment éclairé par la lumière d'un jour sans soleil. On remarqua qu'un gaz carboné donnait une flamme bien plus vive que l'hydrogène pur. On reconnut que le charbon de terre chauffé en vases clos dégageait une quantité immense de gaz hydrogène carboné donnant une flamme très-vive. Peu à peu on apprit à construire des réservoirs flottants assez grands pour contenir le gaz, et assez mobiles pour le chasser régulièrement dans des conduites souterraines. On trouva la forme la plus convenable pour le bec qui devait émettre le gaz à brûler, et on inventa des compteurs pour jauger la quantité de gaz qui sortait du réservoir ou qui entrait chez les consommateurs; enfin le résultat de tous ces perfectionnements successifs fut une industrie immense, occupant les ouvriers par centaines et les capitaux par millions. La physique, la chimie et la mécanique, dont elle était tributaire, y trouvaient d'utiles emplois de leurs théories et les perfectionnements que l'observation des faits amène toujours à sa suite. En même temps ce mode d'éclairage permit d'illuminer des localités où il eût été difficile d'établir d'autres appareils. Par là encore une masse immense de notions se répandit dans le monde des travailleurs, qui peu à peu se rendit familières des connaissances que la classe élevée de la société ne puise pas toujours dans les écoles spéciales. L'instruction pratique, que depuis quelques années la direction supérieure des études tend à faire prévaloir, répond à ce penchant nouveau de la société qui l'entraîne vers la science *appliquée*, ou, pour employer un néologisme significatif, vers la *science utilitaire*. A ceux qui réclament les droits de la théorie pure, on peut

répondre qu'en général la réflexion doit compléter les connaissances pratiques, tandis que les notions théoriques ne sont pas toujours praticables. Ce n'est pas tout de savoir, il faut savoir faire. Le penseur et l'ouvrier, la tête et la main, la théorie et le travail, ne doivent point être séparés. Quelques hommes, parmi lesquels j'aime à citer l'excellent professeur Blum, élève de l'École Polytechnique, avaient devancé honorablement, dans cette voie d'enseignement pratique, l'impulsion de l'État. Pour mon compte particulier, c'est aux manipulations instituées à l'École Polytechnique par notre illustre chimiste le baron Thénard que j'ai dû le peu de science physique qui m'a valu le titre si justement envié de membre de l'Académie des Sciences de notre Institut de France, titre qui stimule si puissamment le génie de tant d'énergiques travailleurs qu'on pourrait désigner par leurs découvertes aussi bien que par leurs noms. L'Institut, en leur ouvrant ses portes à mesure que les fauteuils deviennent vacants, a donc la juste espérance de ne point déchoir. Puissent-ils un jour dire comme les héros d'Homère : *Nous nous flattons de valoir mieux que nos pères !*

Ἡμεις δ' αὐ πατερων μεγ' ἀμεινονες εὐχομεθ' εἰναι.

C'est encore un symptôme heureux pour les sciences de voir les hommes arrivés à la maturité en rechercher les notions sérieuses et sévères avec autant d'empressement que les fruits bien plus attrayants de l'imagination et du style, qui sont cependant la plus brillante incarnation de la pensée. Cette tendance est générale. Les Anglais ont emprunté aux Allemands cette belle devise : « la

tête et la main, » *mente et manu*. Je dois personnellement à cette curiosité, si vivement éveillée par les récents progrès de la science, l'attention qu'on veut bien donner aux pages où je tâche, dans ces Études, de rendre accessibles des connaissances avant tout *positives* sans rien sacrifier de la rigueur qui en fait le caractère. Il y a peu d'années encore que l'on pouvait craindre d'être obligé de dire avec Bacon « qu'il y a plus de science dans les ateliers que dans les écoles. » Heureusement la marche des esprits nous rassure. L'Exposition universelle a été visitée et étudiée avec un intérêt inespéré, et quand la presse aura mûri les germes déposés dans les esprits, l'Angleterre et la France pourront s'enorgueillir d'avoir beaucoup fait pour le bien du monde entier par l'intelligence comme par la force. Mme Louise Collet a dit de la Grèce et de la Judée ce vers qui exprime énergiquement une pensée vraie :

Petites nations, mais grandes par l'idée!

La France et l'Angleterre n'auront, en aucun sens, aucune infériorité, et marcheront à la tête du monde civilisé!

Mais revenons à notre sujet. Ne semble-t-il pas qu'avec la création de la lumière, le monde industriel et savant ait assez produit pour se reposer dans la contemplation de ses succès? Ce n'est point pourtant ici, comme l'a dit l'Arioste, *l'esprit vivant d'une créature finie*,

El vivo spirto della morta spoglia.

Le génie actif de la science travailleuse crie sans cesse à l'homme penseur le mot de Bossuet : « Marche, marche! » Après le gaz, qui avait fait plus que la lampe, on a trouvé

la flamme électrique, que deux jeunes et habiles physiciens, MM. Foucault et Fizeau, ont osé comparer au soleil, et qu'ils ont trouvée peu inférieure aux rayons de cet astre, qui, par un léger rapprochement ou un léger éloignement de nos têtes, verse, l'été, la vie végétale et animale à profusion dans notre hémisphère en la retirant de l'hémisphère opposé, tandis que pendant l'hiver il la suspend chez nous pour la porter de l'autre côté de notre globe. Qui n'a pas vu et n'a pas admiré à Paris les ateliers en plein air illuminés, pour des travaux urgents, par des feux électriques, comme ils l'eussent été par la lumière du jour? Faut-il rappeler d'ailleurs l'avantage immense qui résulte, pour les recherches théoriques de l'optique, de cette lumière toujours obéissante reproduisant dans le local le plus inaccessible aux rayons solaires des rayons qui peuvent y suppléer, tandis que pour des signaux télégraphiques la vivacité de ces feux perce l'air brumeux, qui éteint toute autre espèce de rayons?

Encore un mot sur un genre d'illumination qui a précédé l'électricité, que l'électricité a fait abandonner, mais qui peut, dans certains cas, y être substitué avec avantage : c'est la lumière produite par un bâton de craie que l'on plonge dans un gaz incandescent composé d'oxygène et d'hydrogène, et brûlant à la sortie du réservoir qui le contient. Je préviens d'avance que, ce réservoir contenant un mélange formidablement explosif, il faut prendre beaucoup de précautions pour que le gaz mixte ne prenne pas feu en masse, ce qui arriverait infailliblement, si la flamme qui brûle à l'orifice pouvait rétrograder vers l'intérieur du réservoir. Il convient,

dans ce cas, de ne faire arriver le mélange explosif que par des tuyaux qui éloignent le réservoir du lieu où l'on produit la combustion, et de faire passer ce gaz au travers de plusieurs toiles métalliques qui ne permettent pas à la flamme de rétrograder. C'est au lieutenant anglais Drummond que l'on doit cette belle illumination, qui rivalise presque avec celle de l'électricité, et qui nous servira de texte pour faire connaître plusieurs particularités curieuses sur la manière dont la chaleur donne naissance à la lumière. Avant d'exposer cette théorie et pour compléter ce qui se rapporte à la lumière Drummond, *Drummond light*, selon le mot des Anglais, nous dirons que si, après avoir renfermé dans une bouteille flexible de gomme élastique un mélange d'oxygène et d'hydrogène, on souffle dans un mortier à demi plein d'eau savonneuse des bulles de savon, comme le font les enfants avec un petit chalumeau, et qu'ensuite on approche de ces bulles un papier enflammé, on obtient une détonation qu'on ne peut comparer qu'au bruit d'un coup de canon, ou plutôt au bruit plus perçant encore d'un mortier à lancer des bombes. Communément, dans les cours de physique et de chimie où l'on répète cette expérience, une partie notable de l'auditoire reste assourdie pour plusieurs minutes. Or c'est ce mélange explosif qui, emmagasiné dans un réservoir et lancé par une petite ouverture, est enflammé à sa sortie, et vient briser sa flamme peu brillante sur un bâton de craie ou de chaux vive, lequel devient alors tellement incandescent, que l'œil n'en peut supporter l'éclat. Si cette lumière et celle de l'électricité eussent été plus maniables et surtout moins chères, elles au-

raient été d'un excellent emploi dans les phares dont nous allons parler, et qui ont pour but de signaler à de grandes distances, malgré le brouillard ou la brume, la présence de la terre et ses dangers aux navires qui approchent des côtes.

Voici quelques notions théoriques sur cette curieuse production de lumière.

Tous les corps échauffés ne deviennent pas lumineux à la même température, c'est-à-dire par le même degré de chaleur. Je me suis assuré par des expériences réitérées que les corps les plus durs sont les premiers à devenir lumineux, en sorte, par exemple, qu'une tige de fer plongée en même temps qu'une tige de cuivre dans une source de chaleur devient lumineuse et incandescente quand la tige de cuivre ne le devient pas. D'après cela, un corps plus mou, un liquide par exemple, aura besoin de plus de chaleur qu'un corps solide pour être lumineux. C'est ce qu'on observe avec le verre, qui rougit avant de fondre, et qui cesse d'être lumineux après la fusion pour reprendre cette propriété alors que la chaleur est devenue encore plus intense. Le plomb et l'étain fondus, par exemple, sont difficiles à faire rougir quand ils sont liquides, et souvent les chimistes ont l'occasion d'observer que dans un creuset rouge de feu se trouve une substance liquide qui n'est nullement incandescente, et qui ne le devient que par un degré de feu plus élevé. D'après cette idée, si l'on pense au degré de chaleur nécessaire à l'air ou à un gaz pour devenir lumineux, on sera effrayé de la température à laquelle devrait se trouver ce gaz pour donner de la lumière. Or la combustion seule produit un degré de chaleur suffi-

sant pour rendre incandescent un gaz quelconque, comme le gaz hydrogène qui sert à l'illumination ordinaire, ou le mélange détonant dont nous avons parlé tout à l'heure. Si donc on plonge dans ce gaz allumé un bâton de craie, ce corps solide, mis en contact avec le gaz lumineux, et par suite prodigieusement chaud, prendra cette haute température, et deviendra ainsi excessivement lumineux. Tous les corps ne seraient pas convenables pour cette expérience, car ils pourraient se désorganiser ou se fondre par l'effet de ce feu puissant avec lequel on a fondu, comme avec l'électricité, les substances les plus réfractaires. Voilà donc comment on peut se figurer cette violente ignition dans le cas d'un corps solide soumis au contact d'une flamme active ; mais nos connaissances sur ce point délicat de la théorie de la chaleur et de la lumière sont encore bien incomplètes et bien peu avancées.

Il n'est presque point d'industrie dont la nature n'offre l'ébauche ou la réalisation dans son vaste laboratoire. Ainsi les pierres bitumineuses et le bitume lui-même contiennent de l'huile et une espèce de cire naturelle que l'art sait extraire aujourd'hui avec économie et avantage. La chaleur et la pression extraient ces huiles naturelles. Plusieurs sources donnent aussi une huile très-odorante et très-combustible employée sous le nom de naphte et de pétrole, qui signifie huile de pierre. L'huile de schiste, privée de son odeur incommode et brûlée dans des becs de lampe appropriés à ce combustible éclairant, est l'objet d'une extraction active et d'un commerce considérable. J'ai eu plusieurs fois le plaisir de faire une lampe improvisée en mettant dans un fossé plein de cette huile une mèche formée d'un galon de fil

plié en quatre et allumée après qu'elle avait été bien trempée dans le pétrole bitumineux. Il faut un vent assez fort pour éteindre cette lampe naturelle. Une de ces cavités ou fosses natives était dans la plaine de l'Allier, entre cette rivière et les hauteurs qui avoisinent Clermont-Ferrand de ce côté-là. Peut-être depuis ce temps cette localité a-t-elle été exploitée industriellement. La grande légèreté de ces huiles naturelles les fait flotter sur l'eau, et fait que les sources qui viennent aboutir à la surface du sol les amènent au-dessus d'elles en les pressant par-dessous. La théorie de M. Boutigny sur la formation des produits hydrocarburés dans les premières périodes géologiques explique très-heureusement ces singulières productions de la nature, et leur assigne une cause tout aussi naturelle que celle des précipitations de vapeur d'eau au moment où l'atmosphère et la terre ont été assez refroidies pour permettre à l'eau de couler en liquide à la surface du sol. Toute théorie à part, qu'il nous suffise de savoir que la nature produit des huiles combustibles minérales, comme les végétaux engendrent les huiles ordinaires par les forces physiologiques qui les animent. Pour fixer les idées, faisons un petit tableau des substances huileuses acides, sucrées, insipides et combustibles que nous offre la nature. Tout le monde sait qu'avec trois éléments seulement, le gaz oxygène, le gaz hydrogène et le charbon, la nature a réalisé tous les produits que nous offre la nature végétale et tous les produits analogues du règne minéral. Un corps est-il acide, comme le vinaigre, le jus de citron, les fruits aigrelets, l'oseille, c'est que l'oxygène y domine. Est-il huileux, comme le pétrole et les huiles

végétales de diverses sortes, c'est l'hydrogène qui y est en excès. C'est un fait remarquable que la graisse animale ne contient aucune partie d'azote, et que c'est une substance tout à fait analogue aux produits végétaux. Parmi les corps où le charbon domine, nous avons la fibre ligneuse du bois et un grand nombre de produits végétaux et animaux caractérisés par une facile carbonisation.

Si l'oxygène et l'hydrogène se balancent entre eux dans les proportions qui font de l'eau, nous avons d'abord l'eau elle-même, si abondamment répandue dans la nature, puis avec diverses doses d'eau et de charbon tous les produits insipides et amidonnés, tels que les farines, les fécules, la dextrine. Avec un dosage différent de charbon, tous ces produits passent au sucre soit dans la nature, soit dans le laboratoire. Avec le charbon seul, la nature nous donne l'anthracite, qui est presque incombustible. Avec un peu de la combinaison qui fait l'huile, ce charbon sec et peu facile à brûler passe à la houille ou charbon de terre, qui, d'une part, est un excellent combustible, et, d'autre part, fournit par la distillation le gaz qui sert à l'éclairage. Enfin le gaz hydrogène pur ou carboné sort, par plusieurs fissures, de l'intérieur de la terre, et constitue de véritables *sources* ou *fontaines* de gaz qui, dans quelques localités d'Europe, et notamment à Cuxhaven, ont été utilisées comme combustible éclairant un phare. Les Etats-Unis et la Chine surtout ont leurs puits producteurs de gaz combustibles et employés comme tels par les habitants du voisinage. Si l'on enfonce un bâton dans la vase d'une mare ou d'un ruisseau, on en fait

sortir des bulles assez grosses que l'on peut recueillir au moyen d'une bouteille que l'on emplit d'eau après avoir fixé sur l'orifice un entonnoir ordinaire. En tenant cette bouteille renversée dans l'eau au-dessus de l'extrémité du bâton qui agite la vase, on recueille les bulles qui montent du fond de l'eau, et la bouteille se vide de liquide en se remplissant de gaz. Cette bouteille, bouchée sous l'eau après qu'on en a retiré l'entonnoir, se trouve pleine de gaz combustible; on allume alors ce gaz, que l'on fait sortir au moyen d'un filet d'eau versé dans la bouteille. C'est un des amusements scientifiques que l'on indique aux jeunes étudiants en physique et en chimie. En général, toutes les flammes sont dues à du gaz hydrogène plus ou moins carboné que la chaleur de la combustion dégage d'abord et fait brûler ensuite. Ainsi une simple bougie est une usine complète de gaz, lequel se produit d'abord à la partie inférieure de la mèche au contact de la cire fondue avec la partie incandescente de la flamme. Ce gaz, aussitôt qu'il se dégage, monte et se brûle pour produire la flamme chaude et lumineuse, et il est aussitôt remplacé par d'autre gaz obtenu de la même manière jusqu'à ce que toute la matière grasse soit consumée. Les branches de bois et les bûches qui flambent dans le feu commencent aussi par produire du gaz qui brûle ensuite.

Si le gaz est dégagé par une distillation préalable, il brûle avec beaucoup plus d'activité que dans le cas où la combustion doit le produire avant de le brûler, car alors toute la chaleur est utilisée à la combustion sans qu'il s'en perde pour produire le gaz. Toutes ces notions sont fort simples, et il y a peu de mérite à les

connaître ; il y a souvent assez d'inconvénients à les ignorer.

Une circonstance importante de l'éclairage, c'est l'emploi d'un réflecteur destiné à utiliser la partie des rayons lumineux qui frappe en pure perte le mur ou l'ameublement quand celui-ci est d'une couleur foncée. On place presque toujours derrière les lampes adossées au mur une plaque polie de fer-blanc bien nettoyée reflétant la lumière qui vient la frapper. Une lampe placée sur une cheminée, devant une glace, éclaire une pièce presque deux fois autant que si l'on tendait un drap noir derrière elle ; mais c'est surtout dans les fanaux et signaux des chemins de fer et de la marine que cette lumière, renvoyée dans un même sens par un réflecteur convenable, produit un effet considérable. C'est la surface appelée par les géomètres surface parabolique qui jouit de la propriété de renvoyer dans une direction unique tous les rayons lumineux, et telle est aussi la forme que l'on donne aux réflecteurs employés à cet usage. Pour avoir des feux colorés, on place devant la lumière un verre rouge ou vert qui laisse passer en plus grande abondance les rayons de chaque espèce et produit une illumination colorée. L'organe avec lequel nous percevons la lumière étant d'une grande perfection et d'une grande sensibilité, nous avons pu recueillir beaucoup plus de notions sur les effets de la lumière que nous n'avons pu le faire avec d'autres sens moins parfaits, comme le goût et l'odorat, qui ne nous ont permis d'acquérir que des notions bien imparfaites sur les odeurs et les saveurs. Il suffit de considérer un chien de chasse couché et le nez au vent pour se con-

vaincre que l'animal reçoit une foule de sensations qui nous sont insaisissables, et si l'on tient sur le vent qui lui arrive une pièce de gibier qu'on lui cache, il arrive en quelque sorte les yeux fermés pour en prendre connaissance.

Passons à l'illumination et à l'établissement des phares.

L'usage d'allumer des feux pour indiquer aux navigateurs les points accessibles des côtes remonte à la plus haute antiquité. Au retour de la flotte des Grecs du siége de Troie, Nauplius, qui avait à exercer une vengeance sur plusieurs des chefs qui avaient condamné à mort son fils Palamède, alluma des feux perfides sur la côte où ils devaient aborder, et leur fit faire naufrage. La côte basse de l'Egypte, dans le voisinage de la ville d'Alexandrie, était signalée par un feu établi sur une tour élevée dans l'île de Pharos, qui depuis a été réunie au continent par les atterrissements du Nil. C'est cette flamme qui, dans la *Pharsale* de Lucain, annonce la terre d'Egypte à César poursuivant Pompée :

Ostendit Phariis Ægyptia littora flammis.

Cette tour du Phare et son feu ont donné leur nom aux phares actuels qui, jusqu'à Fresnel, n'ont eu d'autres fanaux que des masses de charbons allumés, retenus dans des grillages de fer qui soutenaient le combustible sans en intercepter l'éclat. Rien de pittoresque comme ces feux de charbon qui bravent le vent, la brume et la tempête, mais dont l'éclat est impuissant pour porter au loin leurs avertissements salutaires. Des lampes munies de réflecteurs paraboliques furent quel-

quefois substituées aux feux de charbon. Enfin l'Administration française eut recours à la science optique. Arago et Fresnel furent chargés d'élaborer un projet de phares dont la puissance répondît à la dignité de la science comme aux besoins de la navigation. Fresnel quitta les spéculations théoriques qui l'ont immortalisé pour cette tâche moins brillante. Les phares qui portent aujourd'hui son nom, comme celui de la France, sont le résultat d'un travail persévérant guidé par une connaissance approfondie des propriétés de la lumière. Une immense lampe formée de quatre mèches qui s'enveloppent l'une l'autre fut établie sur un support, et l'huile soulevée par un mécanisme ingénieux entretint d'une manière fixe la flamme de ce puissant illuminateur.

Mais les rayons de cette flamme se répandaient de tous côtes, ils illuminaient en pure perte le ciel au-dessus d'eux, la terre au-dessous, la côte qui longeait le bord de la mer, et, vers la mer elle-même, les rayons, en se dispersant sur toute sa surface, allaient en s'affaiblissant rapidement et perdaient de leur portée. Fresnel entreprit de conduire tous les rayons en un seul faisceau dans une direction unique. Il abandonna les réflecteurs métalliques, sujets à se ternir et à se détruire par l'influence des brumes salées de la mer, soulevées par le vent après que les flots se sont brisés sur les écueils qui bordent le rivage. Les rayons qui allaient se perdre vers le ciel furent ramenés par des bandes de verre assemblées circulairement qui réfléchissaient tous ces rayons vers l'horizon. D'autres bandes, placées plus bas que la flamme, ramenèrent de même vers l'horizon les rayons qui s'égaraient vers la terre; on obtint

ainsi une masse de lumière horizontale qui, par une dérivation ultérieure, fut séparée en huit faisceaux dirigés vers les divers points de l'horizon. Ces faisceaux sont alors de la plus grande énergie, et leurs rayons concentrés atteignent aux limites de l'horizon, à moins que l'air, chargé de vapeurs, de brumes et de brouillards, ne soit impénétrable à la lumière. Alors aucun appareil optique ne peut vaincre cet obstacle insurmontable. Racine dit de Mithridate que

Ses heureux vaisseaux
N'eurent plus d'ennemis que les vents et les eaux;

il a oublié les brumes, qui, dans le voisinage de la terre, sont redoutables à l'égal des tempêtes. Les phares français de Fresnel réduisent à des cas bien rares ce danger si grand sur les côtes non éclairées. A l'heure où j'écris, les deux bords du canal qui sépare la France de l'Angleterre sont illuminés par des phares comme une rue de Paris l'est par ses becs de gaz, et les mille et mille vaisseaux de la reine des mers, Londres, sont guidés au travers de tous les dangers prévus. Des stations flottantes portent même des feux signalant les dangers d'une mer très-peu profonde, et qui offre de périlleux bas-fonds. C'est une œuvre admirable de science et d'industrie ou, si l'on veut, de civilisation, et la France a l'honneur d'avoir, par Fresnel, donné ces guides sûrs aux navires qui sillonnent ces parages resserrés.

Nous venons de dire que huit faisceaux de lumière partaient, suivant huit directions, pour aller porter leurs feux à huit points de l'horizon maritime. Mais

que deviendront les navires voyageant hors de ces huit lignes illuminées? Un mécanisme très-simple lèvera cette difficulté : on fera tourner toute cette immense machine sur elle-même, et tous les points de l'horizon seront successivement atteints par les faisceaux lumineux mobiles. Huit fois pendant un tour de l'appareil sur lui-même, les matelots auront les yeux frappés par les faisceaux balayant la surface de la mer, et après avoir brillé à leurs yeux, les feux disparaîtront entre ces deux passages de deux faisceaux consécutifs. Ces apparitions et disparitions ont fait donner à ces phares le nom de phares à éclipses. L'observateur voit d'abord poindre une légère lueur qui se renforce graduellement, brille quelques instants de tout son éclat, et s'éteint ensuite par les mêmes degrés qui en ont marqué l'accroissement. La succession de ces éclats, qui n'est pas la même pour tous les phares, sert de plus à les distinguer entre eux. Ainsi tel phare a tant d'éclats par minute, et tel autre en donne un nombre différent. Il est impossible de les confondre. Voilà donc de précieuses indications qui permettent de rapprocher l'un de l'autre ces utiles auxiliaires de la navigation bien plus qu'on n'eût osé le faire autrefois, quand les feux fixes n'avaient rien qui les distinguât entre eux. L'Exposition universelle contient un phare de premier ordre, avec ses feux allumés, ses éclats, ses éclipses, et tel qu'il va bientôt briller sur les côtes de l'Atlantique comme un fanal de sûreté. La curiosité peu intelligente des visiteurs du Palais de l'Industrie les pousse chaque jour à s'entasser dans la tour elle-même, tandis que c'est à l'extrémité la plus éloignée du phare qu'il faudrait se

placer pour en bien observer les éclipses et les apparitions. Se mettre dans le phare même pour en voir l'effet, c'est faire la même chose qu'un homme qui, pour contempler un paysage, se placerait au milieu des arbres qui doivent faire point de vue.

Le premier grand phare que Fresnel put établir est celui qui sur la tour de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde, donne de la sécurité à la dangereuse passe qui joint le fleuve à la mer. L'îlot qui porte le phare est souvent inaccessible pendant plusieurs semaines, tant la mer est furieuse à l'entour. *Jour et nuit la mer tourmentée par le vent y mugit en sons qui assourdissent les oreilles :*

Ἀει δ' ἀνα νυκτα και ἠω
Εξ ἁλος ἀνεμοεντος ἐπιβρεμει οὐασιν ἠχη.

Ces vers grecs sont du poëme grec d'*Héro et Léandre*, où l'on trouve plusieurs passages qui témoignent que la notion des phares était très-familière aux anciens. En effet, le héros périt au moment où le vent éteint la lampe de la tour de Sestos, qui lui servait de guide.

La belle construction qui attire les regards au Palais de l'Industrie, et qui porte le nom de *Phare Fresnel*, offre au sommet d'une tour de grandeur naturelle une masse immense de verres taillés suivant des courbes régulières, et qui, recevant la lumière de la grande lampe centrale, la dirigent en faisceaux séparés pour balayer la surface de l'Océan et n'en laisser aucun point privé de l'avertissement que son feu doit transmettre. Mais que peut dire à un bâtiment perdu dans la nuit et dans les flots, assailli par les lames et tourmenté par

le vent, un simple éclair suivi d'une éclipse? Cette apparition est la main ou la branche d'arbre tendue à l'homme qui se noie. Un cri de joie et de confiance se fait entendre. Le feu, voilà le feu! On s'assure par l'intervalle des éclats que c'est bien le phare de la côte que l'on doit aborder ou éviter, et l'on marche en pleine sécurité.

Le pilote a de plus les yeux fixés sur sa boussole, qui, dans son habitacle brave les mouvements confus que l'Océan donne au navire, et pointe fidèlement par sa petite lame d'acier dans une direction constante. Avec le phare et la boussole, il n'y a plus d'autre péril que l'ignorance. Le pilote doit savoir que, pour éviter le danger, il doit diriger son vaisseau de manière que le phare apparaisse dans la direction de tel ou tel point de la boussole. J'ai moi-même été témoin de ces merveilleuses évolutions dans les parages redoutables de la Bretagne. J'allais à l'île souvent inabordable d'Ouessant. C'était dans l'automne de 1824. Le soleil s'abaissa sous l'horizon; la lune le suivit presque au même point de l'horizon; la planète Vénus, qui brillait alors d'un grand éclat et qui nous montrait l'occident, disparut avant de toucher les limites d'un ciel peu transparent. L'obscurité et la brume couvrirent l'Océan et nous cachèrent les astres; la mer s'éleva et les flots nous ballottèrent. D'immenses lames venant de la haute mer, des houles retentissantes nous attaquaient et nous roulaient l'une après l'autre, puis allaient se briser avec un retentissement prolongé contre les rochers de la côte et ceux qui s'avancent jusque dans le milieu de ces passes périlleuses. Un silence profond s'établit. Les ma-

telots attendirent sur leurs rames, qui leur servaient à éviter les coups de la mer, dont l'eau ce soir-là était admirablement phosphorescente. Chaque coup de rame, chaque brisement de vague, chaque panachement d'écume faisait jaillir des millions d'étincelles lumineuses. Chaque goutte d'eau était un ver luisant. Enfin, après plusieurs minutes d'une attente inquiète, le vieux pilote, dont la tête tournait sans cesse sur son corps immobile comme celle d'un oiseau de rivage qui guette le poisson tout à l'entour de lui, leva lentement la main et annonça le phare. Il saisit à l'instant avec vigueur le barre du gouvernail, et au bout d'une heure, après avoir marché avec la même précision, avec le même calme que si nous n'eussions pas été enveloppés par la nuit et battus par la mer, nous laissions tomber l'ancre dans le petit port d'Ouessant, peu habitué aux visites des curieux de la terre ferme. Le hasard voulut que les mêmes circonstances se reproduisissent à mon retour à Brest; seulement, ici, le mugissement des houles qui s'engouffraient dans les cavernes creusées par la mer sous les falaises de granit était encore plus formidable. Quelques-unes de ces cavités pénètrent fort avant sous la terre, et à l'arrivée des vagues elles sonnent comme d'immenses tuyaux d'orgue. « Si l'on était des enfants, disait le vieux pilote Ker-Simon, ça pourrait faire peur! » Enfin le grand phare de la pointe Saint-Matthieu alluma ses feux, et domina puissamment la nuit et la brume. Nous arrivâmes sans penser seulement que, privés de ce secours, nous aurions pour la seconde fois passé la nuit en pleine mer.

L'administration des phares de France prête son appui

éclairé à deux constructeurs français qui ont aussi exposé deux phares de premier ordre d'un travail admirable, l'un destiné pour la France, l'autre pour l'Amérique : ce sont MM. Lepaute et Sautter. Que de travail et de travail savant dans ces montagnes de verres taillés qui, par transmission et par réflexion, plient et dirigent convenablement les rayons de la quadruple lampe placée au centre de l'appareil! Si Fresnel avait pu visiter cette Exposition, quel bonheur ç'aurait été pour lui de contempler ce fruit de ses œuvres développé pour le bien de l'humanité d'un bout du monde à l'autre! Son nom n'est prononcé qu'avec une sorte de vénération par tous les ingénieurs français et étrangers qui construisent ses appareils de tous les ordres, depuis le grand phare de 2 ou 3 mètres de dimension jusqu'au plus petit feu de port ou même au fanal installé à bord des bâtiments. Fresnel a succombé avant le temps, et il n'eût pas même été d'un âge avancé à notre Exposition universelle d'aujourd'hui.

Une communauté d'études nous avait rapprochés, et son caractère moral était de pair avec son génie. Il semblait s'excuser d'avoir appliqué à la science pratique de l'optique et aux détails de la construction des phares les méditations d'un esprit fait pour les spéculations transcendantes de la science; mais il sentait vivement néanmoins le bonheur d'avoir été utile. Quand, dans les derniers mois de sa vie, il quitta Paris pour un de ces voyages de santé qu'en désespoir de cause les médecins ordonnent aux malades, il se dirigea sur Royan, à l'embouchure de la Gironde, en face de la tour de Cordouan. De là, le soir, il suivait avec complaisance les feux in-

ermittents de son beau phare, et il entendait les témoignages d'admiration et de gratitude des marins, qui ne le connaisaient pas et qui l'entouraient les yeux fixés sur le phare, dont ils comptaient les éclats et les éclipses. Heureux celui par qui la gloire de la France n'a point subi d'infériorité! plus heureux encore celui par qui la vie des hommes a été sauvegardée! Par un bonheur non moins grand, Fresnel a eu le privilége de n'inspirer pas plus l'envie qu'il ne la ressentait lui-même dans son noble caractère.

(Novembre 1855.)

PHYSIQUE DU GLOBE.

PHYSIQUE DU GLOBE [1].

L'auteur de l'ouvrage que nous prenons aujourd'hui pour guide dans une exploration météorologique du globe est une dame anglaise d'une haute considération. Par une étonnante aptitude d'esprit, ou plutôt de génie, et par une stricte économie du temps, Mme Somerville, tout en remplissant les devoirs de l'épouse et de la mère de famille, a pu atteindre à des connaissances si élevées et si variées dans les mathématiques et dans les sciences d'observation, qu'on serait tenté de croire que ses études ont employé exclusivement une vie entière séquestrée comme celle de nos anciens bénédictins, une vie dont la lecture et la mémoire seraient les seuls éléments. Mme Somerville, sans aucune prétention, a tout étudié à fond. Son *Traité du Mécanisme des cieux* prouve qu'elle a compris tous les travaux mathématiques de notre célèbre Laplace, auteur du fameux ouvrage qui porte le nom analogue de *Mécanique céleste*. Peu de personnes, même d'une grande force dans les calculs transcendants, ont pu suivre Laplace dans ses belles recherches théoriques. Newton disait :

---

(1) *Physical Geography*, by Mary Somerville, third edition, 2 vol. London, John Murray.

« Il se rencontre dans mon livre (*les Principes*) *des chapitres qui pourraient arrêter trop longtemps un lecteur même mathématiquement exercé*, » et il conseille de les passer à la première lecture, pour choisir spécialement ceux qui se rapportent au système du monde ; à plus forte raison aurait-on pu être détourné de lire et de comprendre la *Mécanique céleste* de Laplace. Mme Somerville a fait plus, elle en a donné une nouvelle rédaction avec les calculs simplifiés en plusieurs cas, et formant un ensemble qui a son plan spécial et sa propre originalité. Pour ajouter à l'idée qu'on peut se faire du travail de Mme Somerville, nous dirons que le célèbre géomètre américain Bowditch s'est fait un nom honorable dans la science en donnant de la *Mécanique céleste* une traduction anglaise augmentée du développement de toutes les difficiles formules dont l'ouvrage est hérissé, et dont Laplace était loin d'avoir exposé clairement et commodément pour le lecteur les filiations et les transitions. Au moment où Mme Somerville publia son livre, *le Mécanisme des cieux*, l'ouvrage de Bowditch n'avait point encore paru.

Le second ouvrage de Mme Somerville, sur *la Connexion des Sciences physiques*, a été traduit en français par Mme Tullia Meulien, interprète fidèle et instruit de plusieurs ouvrages sur les sciences d'observation exposées descriptivement. Ce second ouvrage, composé sur le modèle de l'*Exposition du Système du monde*, où Laplace a réuni le résultat de toutes les recherches astronomiques, pèche, comme le fameux ouvrage dont Mme Somerville a suivi le plan, par une trop grande accumulation de faits et de résultats qu'il était impos-

sible de développer convenablement dans l'étendue d'un seul volume. L'astronomie physique, la météorologie, l'optique, le magnétisme du globe, tous les résultats de la physique proprement dite, sont enregistrés ou plutôt nommés dans *la Connexion des Sciences physiques*. Cet exposé, que le progrès des sciences dont il offre le tableau abrégé rend forcément de jour en jour plus incomplet, n'en offre pas moins une prodigieuse masse de connaissances utiles, en même temps qu'il fixe par ses diverses éditions le bilan de la science à l'époque de chaque réimpression.

Dans son dernier ouvrage, intitulé *Géographie physique*, Mme Somerville s'écarte un peu du cadre que l'on est tacitement convenu en France d'embrasser sous ce titre. C'est non-seulement une description physique de la terre considérée dans ses continents et ses mers, dans ses climats chauds et froids ou tempérés, excessifs ou mitigés par les courants atmosphériques, dans son arrosement par les pluies, par les neiges, par les rivières, dans les influences météorologiques des vents, des tempêtes, de la foudre et de toutes les puissantes influences de l'électricité, de la lumière, de la chaleur. Ce livre contient encore une partie considérable de descriptions analogues à celles que l'on trouve dans les *Tableaux de la Nature* et dans les voyages de M. de Humboldt. Les diverses régions du globe y sont dépeintes avec la mention des plantes, des arbres, des insectes, des poissons, des reptiles, des oiseaux et des quadrupèdes vivants et fossiles qui peuplent chaque contrée, ou qui, engloutis dans les précédentes convulsions de la surface terrestre, ont laissé dans leurs débris le tableau de la nature vivante

des âges antérieurs à l'homme, comme la cendre ou plutôt le sable volcanique de Pompéi ou d'Herculanum nous a conservé la vie romaine au commencement de notre ère. Plus de la moitié de l'ouvrage de Mme Somerville est consacrée à ces tableaux ou énumérations de la nature vivante, qui introduisent dans son livre un élément un peu plus dramatique que les simples météores. Cet élément l'entraîne un peu, il est vrai, au delà du domaine spécial de la géographie physique. Les descriptions de la nature vivante trouvent place ordinairement dans les traités complets de géographie avec ce qui se rapporte à la race humaine entière, à ses divisions et à tout ce qui constitue les diverses agglomérations du genre humain suivant la politique, la religion, les arts, la civilisation, etc. Mme Somerville n'exclut expressément de son livre que cette dernière partie de la géographie; malgré cette exclusion, elle n'en a pas moins dépassé les limites de la géographie physique proprement dite. Cette géographie, comme l'astronomie physique, doit être le développement et l'explication des phénomènes observés dans le vaste champ de la surface du globe. Ces phénomènes sont les *expériences de physique* de la nature : un orage électrique, une tempête où le vent parcourt 160 kilomètres à l'heure; une aiguille aimantée dont la pointe, au milieu des océans ensevelis sous une brume impénétrable aux rayons du soleil, va chercher le nord et guide le navigateur au sein des ténèbres; enfin les mille jeux de la lumière : l'arc-en-ciel, l'aurore, le bleu polarisé du ciel; toutes ces brillantes conquêtes de l'esprit humain pendant vingt à trente siècles, voilà la géographie

physique, mais avec la condition de s'élever de l'observation des faits à l'intelligence de la cause qui les produit.

Après avoir constaté que toutes les notions, d'ailleurs fort intéressantes, que l'ouvrage de Mme Somerville contient sur la géographie de l'histoire naturelle sont exposées avec un rare bonheur de clarté et d'intérêt, malgré la difficulté de la nomenclature peu littéraire des noms des plantes et des animaux, nous nous arrêterons, dans notre voyage physique sur la surface de notre globe, à ce que la terre, les eaux, l'atmosphère et les agents énergiques connus des physiciens sous les noms de *chaleur*, d'*électricité*, de *magnétisme*, de *lumière*, offrent aux regards de l'observateur qui parcourt notre planète du nord au sud et de l'orient à l'occident, au travers des terres, des océans et des glaces qui s'en partagent la surface. Ainsi, à proprement parler, la géographie physique devrait être l'application des lois de la physique aux observations recueillies sur la terre. Les glaces polaires aussi bien que la température excessive de la mer des Indes, les contrées pluvieuses comme les Alpes d'Europe et les plaines sans pluies du Pérou ou de l'Afrique occidentale, les ouragans de la mer des Indes et le calme comparatif du grand Océan, tout a une raison d'être, et à côté du fait bien observé, la science doit en placer l'explication.

A la première inspection d'un globe terrestre, la prédominance de l'eau sur la terre frappe les yeux. La terre n'occupe qu'environ un quart de la surface totale du globe, et c'est du côté du nord presque exclusivement que se trouve accumulé tout ce qui, sous le nom de continents, a échappé à l'invasion des eaux. Si l'on

place Londres ou même Paris au centre d'une moitié du globe, cette moitié contiendra presque toute la terre habitable. Mais pour sortir de ces données arides, supposons un voyageur partant de France et marchant à l'ouest vers le Havre, Brest ou Bordeaux, et sillonnant en tous sens la mer qui limite à l'ouest l'ancien continent : il reconnaîtra l'océan Atlantique franchi la première fois par le hardi Colomb. Ce sera pour lui une profonde vallée submergée allant d'un pôle à l'autre et remplie d'eau salée à une hauteur ou profondeur qui va quelquefois à 10 kilomètres. Cette belle nappe d'eau que le commerce a tant utilisée, et qui voit sur ses deux rivages opposés les races qui tiennent le premier rang dans l'espèce humaine, s'étend d'une manière sinueuse entre l'ancien et le nouveau monde. Bientôt l'observateur reconnaîtra les deux grands continents américains, qui sont bien petits relativement à ce qu'imaginait Christophe Colomb, qui croyait avoir atteint l'extrémité de l'Asie. Colomb, pas plus qu'Améric Vespuce, n'a jamais cru autre chose. Pour eux, l'océan Pacifique n'existait pas ! Ceux qui donnèrent le nom d'Amérique à quelques-unes des terres découvertes depuis peu ne se doutaient guère qu'ils faisaient à ce nom l'honneur de désigner un nouveau monde distinct de l'ancien. Et cependant l'océan Pacifique, dont on ne tenait pas compte, a plus d'étendue à lui seul que tous les continents réunis de l'ancien et du nouveau monde, même en n'y comprenant pas la mer des Indes.

Après avoir reconnu cet Océan presque sans limites, le voyageur atteindra les côtes de la Chine et fixera les bornes du grand Océan à ces côtes, aux îles de la Sonde

et à la Nouvelle-Hollande; puis, franchissant un des passages à l'ouest, il se trouvera dans l'océan Indien, qui n'est pour ainsi dire qu'un demi-océan, puisqu'il s'arrête au nord à l'Asie méridionale, et que, comme l'Atlantique et le Pacifique, il ne va pas d'un pôle à l'autre. Enfin, après avoir longé la côte orientale de l'Afrique et atteint le cap de Bonne-Espérance, il remontera le long de la côte opposée, pour regagner l'Europe en marchant du sud au nord.

On sait que le Portugais Magellan a rendu son nom célèbre par le premier voyage exécuté autour du monde. Après avoir marché à l'ouest et atteint l'Amérique, il la côtoya en descendant au sud jusqu'au redoutable passage qui porte le nom de détroit de Magellan, et dans lequel les navigateurs aujourd'hui se hasardent rarement : ils préfèrent passer au sud et au large en vue du cap Horn; mais Magellan ignorait que plus bas la mer était libre, et il aborda le Pacifique en venant de l'Atlantique, chose alors réputée impossible, car on croyait que l'Amérique descendait au sud jusqu'au pôle et formait une barrière infranchissable. De là, remontant vers le nord et ouvrant ses voiles au souffle complaisant des vents alizés, Magellan atteignit le méridien des îles aux Épices, but de l'expédition espagnole, car il s'agissait d'en prendre possession en y arrivant par l'ouest, suivant les droits alors reconnus. Ayant péri dans ces parages, son vaisseau et ses compagnons suivirent, pour regagner l'Europe, la route ouverte par le grand Vasco de Gama, qui, en arrivant dans l'Inde par le cap de Bonne-Espérance, changea la face du commerce et du monde en privant de leurs causes de pro-

spérité Alexandrie, Venise et quelques autres villes méditerranéennes. On dit ordinairement que Magellan n'a point accompli entièrement son voyage de circumnavigation. C'est une erreur. Magellan, avant d'entreprendre d'atteindre le méridien des Moluques par l'ouest, était venu précédemment dans ces mêmes parages par le chemin ordinaire, en sorte qu'en le prenant au moment de son départ des Moluques pour l'Europe et en le suivant jusqu'à son retour dans les mêmes parages, où il fut tué, on trouve qu'il a réellement fait le tour entier de la terre. Comme probablement l'expédition espagnole qu'il commandait ne contenait aucun des Portugais avec lesquels il s'était primitivement rencontré aux Moluques, on peut lui attribuer l'honneur exclusif d'avoir *lui seul,* à l'époque de sa mort, traversé tous les méridiens du globe terrestre.

Le voyageur que nous supposions tout à l'heure inspectant les trois grands océans appelés Atlantique, Pacifique et Indien, devra, pour compléter sa connaissance des mers du globe, faire le tour des glaces polaires du Sud; en suivant l'océan Glacial antarctique par une mer toujours ouverte; enfin, saisissant une des occasions favorables où la mer Glaciale du Nord brise ses glaces, il côtoiera le dôme solide qui recouvre le pôle nord en suivant d'abord la mer qui longe l'extrémité septentrionale de la Russie et de la Sibérie. Laissant à droite le détroit de Behring, il continuera sa circumnavigation polaire en passant au sud de l'île Melville, comme l'ont fait récemment les marins de *l'Investigator,* si du moins la mer est libre alors de ses glaces continues. Voilà donc en réalité cinq océans : l'Atlanti-

que, le Pacifique, la mer des Indes, et les deux mers Glaciales du Sud et du Nord. Nous les retrouverons bientôt en parlant des courants maritimes.

Nous supposerons encore que la même exploration se soit étendue aux continents, et que, prenant pour guide les belles cartes physiques de Johnston, on ait sous les yeux ou dans la mémoire la disposition des chaînes de montagnes, soit montagnes de roches, soit montagnes volcaniques, ainsi que les bassins des fleuves, des lacs; et comme le terrain de plusieurs contrées contient en dépôt les débris des êtres vivants qui, à des époques antérieures, ont vécu à ciel ouvert dans ces mêmes contrées, nous supposerons au besoin qu'on puisse reconstruire la nature animée à chacune de ces époques.

Cela posé, occupons-nous d'abord des phénomènes que présente la terre prise dans son ensemble. Après avoir répété que la terre, les eaux, l'atmosphère et les agents ignés de la chaleur, de la lumière ou de l'électricité sont la nature entière, voyons ce que nous dit l'état de la première de ces quatre grandes divisions du globe.

L'aspect superficiel de ce monde est celui d'une vaste ruine produite par une rupture de la croûte rocheuse du globe qui forme les continents, rupture qui, en occasionnant la dépression des terrains actuellement noyés par la mer, a fait surgir d'autres terrains primitivement noyés. Ainsi, au moment de la dernière catastrophe, les terrains occupés aujourd'hui par l'Atlantique étant descendus au-dessous du niveau de la mer, les terrains aujourd'hui à sec de l'Europe sont alors sortis de dessous les eaux et ont paru à ciel ouvert. Les couches qui forment le sol de l'Europe, s'enfonçant graduelle-

ment sous l'Atlantique, vont reparaître dans l'Amérique, et dans l'intervalle elles forment le fond du bassin des mers sur une étendue de 6,000 kilomètres. Nous en dirons autant des autres mers et des autres terrains découverts; mais on trouvera peut-être difficile d'admettre que la France, que la localité de Paris aient servi de fond à une mer actuellement déplacée. En consultant les archives du monde primitif déposées dans les carrières gypseuses de Montmartre, on est tout surpris de trouver que trois fois cette contrée a été le fond d'un océan sans nom pour nous. En effet, voici l'ordre des dépôts qui recouvrent à Paris le terrain primitif, lequel ne contient aucune trace d'êtres vivants : 1° une couche de dépôt d'animaux marins; 2° au-dessus une couche de débris d'animaux terrestres : c'est la première époque où le sol de Paris ait fait partie d'un continent à ciel découvert; 3° une seconde couche d'animaux marins indiquant que le sol, par une catastrophe, s'était enfoncé de nouveau sous la mer et recevait des dépôts d'animaux maritimes; 4° une seconde couche d'animaux vivant dans l'air, et dont plusieurs espèces (l'homme excepté) sont analogues à nos espèces actuelles; 5° encore une invasion de la mer et des dépôts maritimes; 6° enfin retour du sol à la clarté du ciel et dépôts actuels progressifs de nos animaux et des hommes de notre époque. Mais, dira-t-on, en est-il de même partout? Le même nombre de retours de l'Océan a-t-il eu lieu? Évidemment non. Il y a trop d'eau et trop peu de terre pour que la ruine d'un continent qui s'enfonce sous l'Océan puisse faire reparaître à ciel ouvert tout ce qui faisait naguère le fond des mers, et, pour citer

des exemples, le sol argileux de Londres n'atteste que deux invasions de la mer. Les premiers débris maritimes sont couverts par des débris d'animaux vivant dans l'air, puis vient une couche marine, puis la couche actuelle en voie de formation avec les êtres vivants actuels, hommes et animaux. A Vienne en Autriche, il y a une couche de plus qu'à Paris d'animaux ayant vécu dans l'air. Ainsi les Anglais actuels ne feront un jour partie que de la deuxième couche fossile, les Français seront dans la troisième, et les Autrichiens dans la quatrième. Bien d'autres indices tiennent le même langage à l'observateur. Par exemple, les pierres meulières et certains grès des environs de Paris, qui, dans cette contrée, ne sont recouverts par aucune autre roche, sont, à Vienne, recouverts par une couche additionnelle de terrains plus récents.

La catastrophe qui a donné à la terre, considérée dans son ensemble, l'aspect d'une vaste ruine, a surtout imprimé son mode d'action sur la forme du sol et sur les montagnes. Toutes celles qui ne sont pas volcaniques sont formées de couches rocheuses violemment soulevées par un bord et portées à plusieurs centaines de mètres d'un côté, tandis que de l'autre elles s'enfoncent sous le sol à des profondeurs immenses. Les côtes des continents, dentelées de la manière la plus bizarre, les petites îles qui sont les sommets des montagnes que portaient les contrées englouties par la mer, enfin les mille brisures des pics qui couronnent les chaînes qui partagent les bassins des fleuves, tout porte le cachet d'une catastrophe, et même, chose rassurante, d'une catastrophe très-récente; car évidemment ces

catastrophes successives, d'après le témoignage des dépôts qu'elles ont produits, n'ont eu lieu qu'à des intervalles de temps immenses.

Le lecteur est sans doute curieux de connaître une ou deux de ces dates écrites dans les faits physiques. Bien entendu que l'âge du monde ne peut être fixé ni à la seconde ni à la minute comme les révolutions des astres, guidés par la loi de Newton. Voici un exemple : J'habite, je suppose, sur la côte méridionale de la France, au milieu des sables du bassin d'Arcachon. J'observe que de temps en temps une violente tempête rejette sur la côte une petite colline longitudinale de sable qui borde la mer. Peu à peu je m'aperçois que, le vent d'ouest qui domine en France jetant toujours du côté de la terre le sable qui était du côté de la mer, la petite colline de sable appelée *dune* marche vers l'intérieur des terres avec un déplacement d'*un* mètre par an. Si maintenant je marche en m'éloignant du rivage, je trouve toute la contrée hérissée de dunes semblables jusqu'à une assez grande distance de la mer. Toutes reçoivent le vent d'ouest du côté de la mer, et leur sable de ce côté étant rejeté de l'autre côté par-dessus leur crête, toutes marchent comme celle du rivage, d'*un* mètre par an, vers l'intérieur du pays. Pour le dire en passant, ce beau fait de la nature physique est un horrible fléau pour ces contrées ; car ces dunes non-seulement envahissent les terrains cultivés, mais, en arrêtant l'écoulement des eaux, elles poussent devant elles des marécages aussi malsains qu'infertiles. Pour terminer mon calcul, je supposerai que de ces dunes la plus avancée dans les terres soit à 6,000 mètres du rivage.

Comme nous avons admis que ces dunes s'avançaient d'*un* mètre par an en s'éloignant de la mer, quel est celui qui n'en conclura pas tout de suite que la première dune est sortie de l'Océan par une tempête qui a eu lieu il y a six mille ans; que c'est à cette époque qu'a pris naissance l'ordre actuel des choses, puisque si cet état eût précédé, il se fût produit une ou plusieurs dunes de formation plus ancienne, qui par suite auraient marché en tête des autres par l'influence du vent d'ouest? Les atterrissements du Tibre depuis les temps historiques, comparés à la somme totale des atterrissements antérieurs, donnent, à quelques siècles près, la même date. Il en est de même de l'âge qu'indiquent les détritus que les pluies et les gelées détachent des rocs à faces abruptes, et dont la quantité sert à calculer depuis combien de temps ces dépôts sont en voie de formation.

La première objection qui se présente aux esprits sérieux à qui l'on énonce ces curieux mouvements des continents, et qui les pousse d'abord à l'incrédulité, c'est la conclusion forcée que, si l'on admet ces catastrophes mécaniques, il faut de toute nécessité admettre que le sol des continents repose sur un noyau fluide; car, si l'intérieur de la terre était solide, on ne pourrait pas supposer ces déplacements subits, qui font reparaître au jour ou qui noient des continents entiers.

Et d'abord, la mobilité des continents est on ne peut mieux constatée par les redoutables crises connues sous le nom de tremblements de terre. Alors dans les terrains mal équilibrés, présentant des couches contrastées et peu solides, la rechute qui s'opère fait onduler le sol

comme les vagues d'une mer agitée par une *tempête de fond* (sans l'influence du vent). En 1755, il périt à Lisbonne soixante mille personnes. Après la première destruction produite par la chute des maisons, le feu prit en mille endroits par les foyers domestiques alors allumés et mis en contact avec les débris combustibles des maisons. Quelques instants après, le sol du Tage, au-dessous de la ville, fut soulevé, et le fleuve, arrêté par cette barrière et transformé en un vaste lac, noya toute la partie basse de la ville. Plus tard, le fond du lit du fleuve reprit son niveau ; et les eaux arrêtées, s'élançant vers la mer, firent tous les ravages d'un torrent. Ajoutons que l'homme ne se montra pas plus compatissant que la nature. La famine et le brigandage désolèrent la cité décimée. Une livre de pain fut payée plusieurs livres d'or, et on fut obligé d'établir autour de l'enceinte de la ville un cordon de potences.

La France, d'après l'inclinaison graduée de sa surface vers l'Océan, est très-peu sujette aux tremblements de terre. On aurait peut-être pu dire la même chose à Lisbonne avant 1755; mais, dans tous les lieux qui ont éprouvé ces catastrophes, on peut écrire, comme auprès de Naples : *Posteri, posteri, vestra res agitur!* c'est-à-dire : « O générations futures, vous aurez votre tour ! »

En voyant la terre trembler au même instant du nord de la Laponie jusqu'au sud de l'Espagne, depuis l'embouchure du Rhin jusqu'à celle du Danube, qui se refuserait à croire la terre en état de fluidité? Cependant il y a encore d'autres vérités plus extraordinaires.

Non-seulement la terre est fluide, mais elle l'est par la chaleur : c'est une masse fondue par la chaleur, analogue à la fonte de fer qui coule dans les fourneaux embrasés

par des soufflets chargés de plusieurs milliers de kilogrammes. Ce fait étonnant se démontre tout à fait mathématiquement. Lorsque l'on s'enfonce sous la surface de la terre, on trouve que, dans les terrains même les plus éloignés des volcans, la température croît graduellement à mesure que la profondeur augmente. En calculant ce que serait cette chaleur à une profondeur de 60 kilomètres, on trouve qu'à cette profondeur toutes les matières de l'intérieur de la terre seraient en fusion, et qu'elles y sont réellement. Tout le monde sait que les eaux des ruisseaux et des fontaines qui tombent au fond des puits naturels très-profonds formés entre les fissures des roches en ressortent à l'état d'eaux bouillantes ou thermales par leur contact avec les parois profondes des roches, d'autant plus chaudes qu'elles sont plus enfoncées au-dessous du sol. Les eaux du puits de Grenelle, dans Paris, venant de 5 à 600 mètres, ont presque la témpérature des bains, et dans les mines profondes règne perpétuellement la température de l'été.

Voilà de grandes présomptions. Voici la matière fondue elle-même. Lorsque, par suite des convulsions du sol dans les tremblements de terre et dans les changements de forme du noyau terrestre, il se fait de vastes fentes dans le fond rocheux du continent, on voit affluer de dessous ces couches pierreuses ce qu'on appelle de la lave : c'est la matière fondue même qui porte les couches continentales. Cette matière fluide de feu, plus lourde que le sol du continent, le fait flotter sur elle, à peu près comme on voit, en brisant la glace d'un étang, l'eau qui porte la glace se faire jour par les fissures et déborder momentanément au-dessus. Ce phé-

nomène s'observe en mille endroits du globe, et, dans les volcans ouverts par le fond, on voit la lave en état de fusion offrir un échantillon de l'état de l'intérieur du globe. Partout où une brisure de la surface terrestre présente une ligne de rupture, on reconnaît une chaîne de volcans et d'ouvertures fournissant temporairement de la lave qui refait, en se solidifiant, une soudure à la fente du terrain, comme quand l'eau qui s'élève au-dessus de la glace brisée d'un étang vient à se geler elle-même. Il est à remarquer que la nature de cette lave est partout identique, comme il convient à la substance fluide dont le globe est formé à l'intérieur. Ce qui vient d'être dit répond donc à deux des plus importants chapitres de la physique du globe, savoir les tremblements de terre et les volcans, sans compter la cause bien simple des eaux thermales.

Enfin, sans recourir à ces grandes crises de notre globe, heureusement fort rares dans ce pays, nous voyons la mobilité du sol se trahir par le soulèvement considérable et continu des côtes de la Baltique. En France, sur l'Atlantique, j'ai constaté ce soulèvement graduel depuis Calais jusqu'à Bayonne. Les anciens marais salants de l'Aunis cessent de recevoir la mer par suite de l'élévation du terrain, qui fait dire à tort que la mer se retire. A Rochefort, les cales de construction des vaisseaux qui ont été placées du temps de Louis XIV sont maintenant à un mètre au-dessus de celles qui ont été établies de nos jours. Plusieurs îles, et notamment celle de Noirmoutiers, feront dans peu partie du continent, tandis qu'au temps d'Henri IV une mer agitée rendait le passage en bateau périlleux sur ces points. En

d'autres localités, le sol s'abaisse et plonge de plus en plus dans la mer, comme on l'observe en Grèce, dans l'Inde et en quelques endroits de la côte occidentale de l'Italie.

Jusqu'ici nous n'avons aucun instrument bien précis pour rendre manifestes les mouvements du sol qui nous porte. Quand nous en aurons un, il est probable que, outre les secousses accidentelles et considérables des couches intérieures du monde, il ne se passera pas une saison, une position du soleil et de la lune agissant sur les marées, amenant un léger changement dans la forme extérieure du globe, qu'il ne nous en donne de précieuses indications. M. d'Abbadie, correspondant de l'Institut à Urrugne, au sud-ouest de la France, établit, à grands frais de science, d'argent et d'activité observatrice, un magnifique instrument qui nous révélera bien des mystères de la terre intérieure. Attendons. Newton disait : « Si Barrow avait vécu, nous saurions. » Or M. d'Abbadie est jeune, plein de zèle scientifique et d'expérience consommée. Attendons et espérons.

J'ai choisi à dessein, parmi les résultats de la science qui se rapportent à la constitution de notre globe, ceux où l'on voit les objets que nous considérons ordinairement comme les plus solides prendre un grand nombre de mouvements, soit les mouvements subits qui amènent des catastrophes ou générales ou circonscrites, soit les mouvements qui se développent lentement avec le cours des siècles accumulés. La conclusion est que, l'ordre actuel de la nature sur la terre étant de date très-récente, et les diverses catastrophes antérieures ne s'étant produites qu'à des intervalles de temps fort longs, on peut assurer que d'ici à une longue série de

siècles aucun bouleversement général n'aura lieu. Pendant une durée incommensurable d'années et de siècles, l'Europe et les Etats-Unis seront séparés par l'Atlantique, et marcheront, il faut l'espérer du moins, fraternellement dans les voies de la civilisation et du progrès physique et moral; mais enfin, lorsque l'an 1854 sera dans le passé à une distance telle, que son existence même paraîtra fabuleuse, le noyau intérieur de la terre, devenu trop petit par le retrait, suite d'un refroidissement graduel, laissera s'abîmer la voûte que forment les continents actuels, et les parties les plus élevées s'enfonceront plus encore que les autres. Un échange d'état aura lieu, comme il a déjà eu lieu plusieurs fois, entre la terre et la mer. L'Océan roulera ses flots sur l'Asie, l'Afrique, l'Europe et les deux Amériques, tandis qu'une partie du fond des océans actuels sera mise à sec et formera, pour ce nouvel état de la surface terrestre, les continents et la terre habitable. Quels en seront alors les habitants? Si l'homme est un hôte nouveau pour la terre et ne date que de la dernière révolution générale, cette future révolution n'introduira-t-elle point un être vivant aussi supérieur moralement à l'homme que celui-ci l'est aux animaux qui l'avaient devancé sur la terre? Ici, comme toujours, lorsque l'imagination est appelée à jouer un rôle, les théories ne manquent point. Il est fort aisé de constituer de toutes pièces un univers inconnu et qui n'offre aucun contrôle gênant aux idées que l'on s'en fait; mais, dans la science positive, il faut s'arrêter à la limite des faits et des inductions qu'on en tire immédiatement; pour le reste, il faut *savoir ignorer*.

Passons des phénomènes de la terre à ceux des eaux, et prenons pour exemple les courants maritimes et l'arrosement du globe, qui, comme on sait, a presque autant d'influence que la chaleur du soleil sur les productions du sol. Nous voyons les eaux d'entre les tropiques marcher à l'ouest, de l'ancien monde vers le nouveau. Ce grand courant, après avoir rempli le golfe du Mexique, déborde au nord, et, longeant le banc de Terre-Neuve, il revient vers l'Europe à la hauteur de l'Angleterre et de la Norwége, pour redescendre vers l'Afrique, en côtoyant l'Espagne, et rentrer, par un circuit continu, dans le grand courant des tropiques, dont cette masse d'eau avait tiré son origine. Le temps de cette circulation des masses océaniques est d'environ trois ans et demi. Il résulte de ce courant, célèbre sous le nom de *gulf-stream*, que le passage d'Europe aux Etats-Unis, où l'on va contre le courant, est sensiblement plus long que le retour, où le courant favorise la marche des navires. On peut tirer de ce phénomène bien d'autres conséquences plus importantes. D'abord ces eaux chaudes, portées dans de hautes latitudes, y tempèrent le froid résultant de la faiblesse et de l'obliquité des rayons solaires ; mais ce qui est surtout frappant, c'est la différence de climat à égalité de latitude entre l'Amérique du Nord et l'Europe. Pour celle-ci, les vents dominants qui viennent de l'ouest passent sur les eaux chaudes du *gulf-stream*, et lui font un climat d'une bonté exceptionnelle. L'orge est cultivée même aux environs du cap Nord, tandis que les contrées américaines situées à la hauteur de l'Angleterre sont soumises à des froids si rigoureux, qu'ils les rendent stériles. L'embouchure du

fleuve Saint-Laurent, située à la même hauteur en latitude que celle de la Seine, est plusieurs mois de l'année obstruée par les glaces, et la navigation est interrompue. A Boston, dont le climat, d'après sa position géographique, devrait être celui de Perpignan et de l'extrême sud de la France, les étangs d'eau douce gèlent chaque hiver à plus d'un mètre d'épaisseur. Au reste, l'active et industrieuse nation des Etats-Unis a su mettre à profit ces effets de la rigueur du climat. La glace des étangs dans le voisinage de Boston est débitée en blocs analogues à nos pierres de construction, à nos grès et à nos marbres. Ces blocs de glace, amenés dans des *magasins de glace* par des chemins de fer construits exprès, y attendent trois ou quatre cents vaisseaux de commerce, espèces de glacières flottantes où la glace, préservée de la fusion par des revêtements de sciure de bois, de feuilles de maïs ou de roseaux, voyage sur le globe entier, et va se vendre à un prix modique à Calcutta même, en vue des neiges éternelles de l'Himalaya, après avoir impunément traversé deux fois l'équateur et ses feux brûlants. Plusieurs fois les navires à glace de Boston sont venus a Liverpool, à Londres et au Havre. Je tiens de M. l'amiral Baudin, l'un des honneurs de la marine française, que ce singulier commerce, qui ne date pas d'un demi-siècle, n'est pas un des moins lucratifs de l'industrie américaine. N'est-il pas prodigieux qu'il soit plus facile et plus économique de consommer dans la métropole de l'Inde la glace formée à plusieurs milliers de kilomètres que d'en tirer des cimes neigeuses qui sont, pour ainsi dire, à l'horizon? Voilà bien la nation qui a pris pour devise : *En avant et tête basse* (*go a' head*)!

Un circuit analogue au circuit du *gulf-stream* s'observe dans le sud de l'Atlantique et fait descendre une partie des eaux intertropicales vers le midi, en longeant les côtes orientales de l'Amérique du Sud ; mais comme la pointe de l'Amérique, qui brise en deux parts le courant des eaux d'entre les tropiques est bien au-dessous de l'équateur, la quantité des eaux chaudes qui se déverse au midi est bien moins considérable que celle qui forme le courant du nord, le *gulf-stream*. Et comme on peut dire la même chose des circuits analogues du grand Océan, il en résulte que la terre au sud est bien plus froide qu'au nord, à latitude égale. Ce fait important, dont on a été chercher la cause dans les hypothèses les plus bizarres, est la chose la plus simple du monde. Dans le partage des eaux chaudes des tropiques, le nord se trouve privilégié, voilà tout. Il n'est pas besoin d'aller jusqu'à dire que le ciel du sud est plus froid que le ciel du nord, ce qui est du reste peu exact ; car il est moins serein, et par suite il perd moins par communication rayonnante avec les espaces célestes.

Encore quelques mots sur cette importante histoire des courants de la mer ; le vaste océan Pacifique roule aussi vers l'occident entre les tropiques ses eaux, chaudes des feux du soleil équatorial. Ces eaux rencontrent l'obstacle des îles de la Sonde et de l'Australie ainsi que l'obstacle des parties méridionales de l'Asie. Comme dans l'Atlantique, la plus grande partie de ces eaux remonte au nord en longeant les côtes de la Chine et du Japon par un vrai *gulf-stream* asiatique, qui, sous l'influence des vents d'ouest, donne à la Colombie un climat presque aussi favorisé que celui de notre Europe,

tandis qu'une faible portion descend au sud en suivant les côtes de l'Australie, pour faire un circuit méridional qui, comme le circuit du nord, revient sur lui-même, longe l'Amérique occidentale du sud au nord, et rejoint le courant des tropiques. Ici comme dans l'Atlantique, l'eau chaude qui se déverse au nord étant en bien plus grande quantité que celle qui vient tempérer le froid des latitudes méridionales, la balance des températures penche de plus en plus en faveur de l'hémisphère nord.

Pour compléter l'énumération de ces circuits maritimes, il faut y ajouter un faible circuit qui, dans le petit océan Indien, porte au sud, le long de l'Afrique et de Madagascar, les eaux tropicales de cette mer, qui retournent ensuite le long de la côte occidentale de l'Australie. Nous ferons remarquer que la partie supérieure de la mer des Indes, comprise entre l'équateur et l'Asie, n'ayant aucune issue pour ses eaux, soumises à l'influence d'un soleil vertical, est, comparativement aux autres mers qui ont un écoulement régulier, une nappe d'eau bouillante dont les rivages subissent, dans l'été, d'intolérables chaleurs. On frémit en pensant à la consommation d'hommes qu'a coûté l'établissement du gigantesque empire anglais dans l'Inde contre cet ennemi cent fois plus terrible que la guerre, le climat! En Amérique même, où la race anglo-saxonne semblerait devoir être acclimatée dès longtemps, la vie moyenne est bien moins longue qu'en Europe, et l'on a expliqué, d'une manière à mon gré assez contestable, l'*audace* américaine et le génie entreprenant de la nation en remarquant que sur un nombre d'hommes égal aux Etats-Unis et en Europe,

il y a bien moins de vieillards dans le nouveau monde que dans l'ancien. Au reste, là comme ailleurs, c'est le fait qui est tout, et quand un résultat est bien constaté, les raisonneurs ne manquent pas de démontrer après l'événement qu'il devait en être ainsi.

Voilà donc déjà cinq circuits océaniques, savoir : deux dans l'océan Atlantique, deux dans l'océan Pacifique et un cinquième dans la mer des Indes. Si l'on y ajoute deux petits circuits qui contournent les glaces du pôle sud et celles du pôle nord par les deux mers glaciales, on aura un ensemble complet de sept courants de circulation pour toutes les mers du monde. La circulation des eaux chaudes et des eaux froides, l'influence de ces courants sur la navigation, sur la pêche, sur la santé des équipages, font de l'étude de ces circuits une partie importante de l'art nautique, dont les travaux du lieutenant américain Maury ont avancé la connaissance ; mais il nous est impossible de ne pas remarquer que c'est à M. Duperrey, de l'Institut de France, qu'est due la première carte d'ensemble des courants du globe, carte d'après laquelle nous avons nous-même établi les sept circuits océaniques déjà mentionnés. Pour finir par un exemple de l'influence des courants, si nous supposons un voyageur qui se rend des Antilles à la Jamaïque, il mettra autant de semaines pour son retour de la Jamaïque aux Antilles qu'il a mis de jours pour son voyage des Antilles à la Jamaïque.

La question de l'irrigation du globe, que nous choisissons après celle des courants et des circuits océaniques, est plutôt une question d'atmosphère qu'une question relative à la météorologie des eaux. Nous al-

lons suivre la marche de ce précieux *élément*, pour parler le langage de l'antiquité, depuis la surface des mers, d'où il s'exhale sous forme de vapeur, jusqu'à son arrivée sur le continent, où il se condense en pluies et en neiges pour couler ensuite au travers des continents sous forme de rivières et de fleuves, et revenir enfin aux mers d'où il tirait son origine, après avoir servi à l'irrigation des contrées peuplées, aux communications commerciales, et même, comme moteur mécanique, dans diverses applications de la force à l'industrie. Pascal appelait les rivières navigables, parcourues à la descente, *des chemins qui marchaient*. Dans les rivières à marées, par exemple dans la Seine, de Rouen au Havre, le chemin marche alternativement dans les deux sens, circonstance que les peuples envahisseurs de cette partie de la France, peuples à la fois guerriers, cultivateurs et négociants, avaient su apprécier plusieurs siècles avant que le nom d'économie politique eût été prononcé.

S'il est un phénomène naturel fréquent, usuel, presque vulgaire, c'est la précipitation de l'eau atmosphérique, ou la pluie. Aucun pourtant n'a été plus tardivement expliqué d'une manière satisfaisante. Il est vrai qu'il y a pour ainsi dire plusieurs sortes de pluies, dont quelques-unes proviennent d'orages et semblent avoir, comme la grêle, une origine électrique ; mais ici considérons la pluie ordinaire, celle qui, dans nos heureux climats européens, ne tombe ni en assez grande abondance pour noyer le sol, comme cela a lieu entre les tropiques, ni en assez petite quantité pour laisser le sol infertile par suite de sécheresse. « Oui, me disait

un homme du monde à qui je posais cette condition, j'entends : il s'agit de la pluie dont on se garantit avec un parapluie ordinaire. »

Par une loi physique aussi nette dans ses résultats qu'elle est obscure dans sa théorie, toute masse d'eau recouverte d'air exhale continuellement dans cet air, sous forme invisible, une quantité de vapeur d'autant plus grande que cette eau est plus chaude, et l'on conçoit quelle masse de vapeur doit être portée dans l'atmosphère entière, dont les trois quarts reposent sur des océans, sans compter les lacs, les étangs, les rivières et les marécages (*swamps*), qui occupent encore une partie notable des continents. Ainsi aucune difficulté quant à l'approvisionnement de l'atmosphère en eau, ou plutôt en vapeur d'eau. L'atmosphère n'est pas seulement de l'air pur, c'est un mélange d'air et de vapeur d'eau. Dans une atmosphère qui n'a pas une quantité d'eau suffisante, comme dans le souffle du vent sec du désert appelé *seimoun* ou *khamsin*, les plantes et les animaux périssent. Pour les habitants de la Grande-Bretagne, habitués à une constitution de l'air fort humide, les vents secs de l'est, qui soufflent au printemps et qui produisent sur nos blés ce qu'on appelle les *hâles d'avril*, sont un fléau intolérable, qui bannit tout bien-être hygiénique et pousse au suicide les caractères sujets à une mélancolie sombre, au *spleen*. A Paris, la quantité d'eau que contient l'air est juste la moyenne entre la sécheresse extrême et l'extrême humidité. A ce point de vue comme à celui du *spleen*, au physique comme au moral, suivant l'expression banale, le séjour de Paris semble plus sain que celui de Londres. Quant

à la gaieté française, à l'esprit français, je me garderai bien de lui assigner une cause météorologique; cependant le bien-être individuel relatif à la santé ne peut être sans influence sur la sociabilité d'un peuple.

Revenons à notre question de la pluie. Quelle est la cause qui exprime de l'air l'eau qu'il contient en vapeur, à peu près comme la pression de la main exprime l'eau d'une éponge humide? C'est le froid; mais ce froid, quelle en est la cause, et comment, par une chaude journée d'été, par un soleil tropical, le ciel tout à coup se charge-t-il de nuages et se fond-il ensuite en un de ces déluges de pluie qu'on appelle *averses?*

C'est encore une loi physique bien constatée, que l'air, comme tout autre corps que l'on comprime, s'échauffe par la compression et se refroidit au contraire quand il se dilate. Si l'on comprime au fond d'une petite pompe dite *briquet à air* l'air que contient ce petit espace, il met le feu à l'amadou qu'il enveloppe. Réciproquement, l'air, en se dilatant, éprouve un refroidissement considérable. Si on laisse échapper d'une cavité humide de l'air très-comprimé, cet air se dilate en s'échappant, et l'humidité qu'il contient se manifeste par un dépôt d'eau, et même souvent de glace, qui se fixe sur les corps avoisinants. Or, dans l'état naturel de l'atmosphère, toute masse d'air qui sera mécaniquement portée dans des régions supérieures, soit par le vent glissant de bas en haut sur la pente des montagnes, soit par les courants ascendants de l'air, soit par le conflit de deux masses d'air allant à la rencontre l'une de l'autre, toute masse d'air, disons-nous, portée dans des régions supérieures, sera par cela même déchargée

du poids d'une partie de l'air supérieur, et par suite augmentera en volume et baissera en chaleur. J'ai fait après bien d'autres l'expérience imaginée par Pascal, savoir de porter au sommet du Puy-de-Dôme des vessies incomplétement remplies d'air, et qui, au sommet de la montagne, étaient pleines et tendues à cause de la dilatation de l'air intérieur, moins pressé là-haut qu'il ne l'était dans la plaine. Même pour la petite hauteur des coteaux de Meudon, de l'air porté subitement du niveau de la Seine à l'entrée la plus élevée du bois se dilaterait de manière à se refroidir de 1 à 2 degrés centigrades. C'est du reste ce qui explique en partie le froid du sol sur les hautes montagnes. Tout courant d'air qui monte le long de leurs flancs se dilate à mesure qu'il est moins pressé par l'air supérieur; cette dilatation entraîne un grand refroidissement, et le contact de cet air devenu froid refroidit le sol dont il suit les pentes. Si cet air contient de l'humidité, ce refroidissement précipite l'humidité sous forme de pluie ou de neige. De là ces amas d'eaux qui partent des contrées montagneuses et ces neiges qui en couvrent les sommets plusieurs mois de l'année ou même perpétuellement.

Supposons un observateur placé au sommet du Puy-de-Dôme et contemplant, de là cette belle vallée dite Limagne d'Auvergne. S'il s'élève un vent arrivant de la vallée et portant vers la montagne l'air clair et transparent de la plaine, voici ce que remarquera le spectateur. A mesure que les masses d'air sans nuage poussées par le vent contre les flancs de la montagne s'élèveront, elles se dilateront, et par suite se refroidiront. Ce froid condensera en partie la vapeur contenue dans l'air de

la plaine, et par suite cet air, d'abord transparent, passera à l'état de brouillard ou de nuage. En continuant de monter, la dilatation et le froid feront des progrès, et une pluie abondante s'échappera de ce même air, si clair dans la plaine. Enfin, s'il atteint le sommet du Puy-de-Dôme, le refroidissement sera tel, qu'il se versera de la neige sur les points culminants. *Il neige sur les hauteurs*, disent proverbialement les Grecs modernes, et ce proverbe, ils l'appliquent principalement à la teinte blanche que l'âge donne aux cheveux : Χιονισε στα βουνια.

De même que l'ascension d'une masse d'air humide dans l'atmosphère la transforme en nuage ordinaire, en nuage pluvieux ou en nuage donnant de la neige, l'abaissement d'une masse d'air nuageuse, la compression et la chaleur qui en sont la suite, lui rendent d'une manière pour ainsi dire magique sa transparence ordinaire et lui ôtent toute assimilation à un nuage ou à un brouillard. Ainsi l'on voit quelquefois du sommet des Pyrénées se précipiter vers les plaines françaises des masses de nuées qui semblent devoir couvrir d'un sombre voile tout l'éclatant paysage qui étincelle aux rayons du soleil d'août ; mais à mesure que ces masses menaçantes se précipitent vers le pied des monts, elles se compriment, s'échauffent et prennent la plus belle diaphanéité. Les pics pyrénéens versent des torrents de sombres nuages, et la plaine reçoit un air pur et transparent.

Encore un autre fait dont j'ai été témoin au sommet du Canigou, le plus élevé des Pyrénées orientales, et dont j'ai eu plus tard l'explication. — Je dirai en pas-

sant qu'il ne faut en voyage se laisser préoccuper par aucune théorie; il faut garder toute son attention pour bien voir; plus tard, les raisons d'un fait bien observé seront recherchées dans le calme du cabinet. — Or voici ce qui se passait au sommet des Pyrénées : un vent violent poussait l'air de France vers l'Espagne; nulle part de nuages, excepté un petit filet, à peine épais de quelques mètres et pas beaucoup plus large, qui, malgré la violence du vent qui semblait devoir l'emporter, restait obstinément fixé sur le point où je l'observais. Ce filet de nuage était si nettement terminé, que je pouvais y mouiller la moitié seulement du crayon que je tenais à la main. Le secret de ce curieux phénomène, c'est que l'air était tout juste assez humide pour devenir nuage à la hauteur en question; plus bas, c'est-à-dire avant comme après avoir atteint cette hauteur, il reprenait sa transparence. C'est pourquoi avant et après ce passage le nuage disparaissait. Ce n'était point, en réalité, une masse d'air fixe qui formait le petit nuage; c'était l'air, transparent partout ailleurs, qui, en atteignant ce sommet, perdait momentanément sa transparence par le froid dû à la dilatation, et, remplacé par un nouvel air qui subissait la même influence, semblait perpétuer le petit filet nuageux.

Appliquons ceci à l'arrosement des continents, et, pour ne pas rester dans les généralités, prenons notre France pour exemple. Les vents d'ouest prédominants amènent sur la France l'air humide de l'Atlantique. Si ce vent glissait simplement sur la surface assez basse des contrées limitrophes de la mer, cela n'occasionnerait pas une élévation bien grande des masses d'air océa-

niques; mais en touchant le sol inégal du continent, cet air est retardé dans sa marche, et l'obstacle qu'il fait à l'air qui le suit force ce dernier à s'élever comme le long d'une colline. Les masses qui arrivent successivement s'élèvent par le même mécanisme, et le refroidissement ainsi déterminé produit la pluie, et donne naissance aux cours d'eau qui, sous les noms de Somme, de Seine, de Loire, de Charente, de Garonne, ramènent à l'Océan les eaux fournies par les courants d'air qui reposaient sur ce même Océan. Mais si nous suivons ces vents d'ouest jusqu'aux Alpes, c'est alors que l'effet de l'élévation qui produit la dilatation, et de la dilatation qui produit le froid, et du froid qui précipite l'eau, que toutes ces actions, dis-je, se déploieront sur une échelle grandiose. Ces vents d'ouest, forcés de céder leur eau, donnent immédiatement naissance à deux grands fleuves, le Rhône et le Rhin. Au sud de ce grand massif, l'air chaud des plaines de la Lombardie, poussé contre les flancs des Alpes suisses et tyroliennes, dépose les eaux qui doivent alimenter le Pô et ses affluents du nord, ainsi que tous les cours d'eau alpestres descendant vers le sud. Du côté nord de la chaîne alpine, le vent de nord-est, qui accoste les mêmes montagnes, y dépose les sources du Danube et de ses premiers affluents. En général, la forme géographique du terrain, combinée avec les vents dominants, détermine l'irrigation naturelle d'un pays, et réciproquement le système hydraulique d'un pays peut donner des indications sur sa constitution géographique. Autrefois il ne pleuvait jamais dans la basse Égypte; mais depuis que des plantations y ont été faites, l'obstacle

présenté aux masses d'air par ces aspérités du sol les a soulevées et a produit le refroidissement et la pluie. On ne peut plus, comme autrefois, conserver à Alexandrie les céréales sur les toits des maisons. On s'explique aussi par la même théorie comment la Meuse, cette rivière dont le bassin a une si petite étendue, est cependant si considérable. C'est que les forêts qui couvrent les collines environnantes arrêtent et soulèvent l'air amené de la mer par les vents d'ouest, et déterminent des pluies abondantes, que l'état boisé du bassin ne permet pas à l'air de réabsorber. Tel est sans doute le mot de l'énigme : c'est ce que les observations météorologiques nous apprendront plus tard.

On a calculé la puissance motrice déployée par la nature dans le soulèvement des eaux de la mer, dans la distribution des eaux sur les continents. La mobilisation d'une pareille masse effraye la pensée. Il faudrait, pour la produire, y employer le travail de toute l'humanité pendant des centaines de siècles. C'est pourtant ce que fait la nature pour ainsi dire en se jouant, sans efforts, sans résistance, par un travail aussi muet qu'irrésistible.

A mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, l'air est de plus en plus froid, et surtout il est excessivement sec. La vapeur d'eau semble ne pouvoir monter jusqu'à ces grandes hauteurs. Aussi tout accident qui ramène cet air froid et sec vers la plaine produit un effet auquel on est loin de s'attendre. D'abord cet air froid, en se comprimant, prend une très-forte chaleur, et comme il est sec au point de n'être pas respirable sans danger à cette température, il produit les effets connus

du simoun, qui sans doute a pour cause une masse d'air ramenée du haut de l'atmosphère par quelque contre-courant de trombe aérienne. Il est fatal aux animaux et aux plantes par sa trop grande chaleur, jointe à son extrême sécheresse. Dans une circonstance analogue, une masse d'air, se précipitant des montagnes de Candie vers les plaines de Famagouste, marqua son passage par la destruction et le desséchement de tous les arbres fruitiers et sauvages qui se rencontrèrent sur la ligne qu'elle suivait. On ne dit pas l'effet qu'elle produisit sur les animaux.

Les vents, ces courants aériens de l'océan atmosphérique sans rivages, offrent mille applications naturelles des lois de la mécanique, de la physique, de l'hydraulique: mais ici, que choisir, n'ayant pas des volumes pour tout dire? — Parlons des modestes brises de terre et de mer qui le matin poussent au large le bateau des pêcheurs, et le soir le ramènent au port. Nous sommes en France, au sud de Perpignan, à Collioure, près de ces vallées où les fours à briques sont alimentés par des piles de fagots de romarin et de lavande, saines et hygiéniques vallées qui faisaient autrefois déserter aux Romains leur brûlante et malsaine Italie. — Nous faisons aujourd'hui, je n'ose pas dire stupidement, tout le contraire! — Là, point de marée. Les pêcheurs tirent leur barque sur le rivage, comme les matelots d'Homère, sans crainte que l'Océan vienne les enlever à la pleine mer. Toute la nuit, la terre s'est refroidie, et l'air qui reposait sur elle a subi le même refroidissement. L'air de la mer ne s'est pas autant refroidi, car, à mesure que les gouttes d'eau de la surface se refroi-

dissent, elles s'enfoncent et laissent la place à l'eau plus chaude d'au-dessous. L'air de la mer pose donc toujours sur un fond plus chaud que l'air de la côte, et il reste plus léger que l'air froid de la terre. Celui-ci, l'emportant par son poids, se précipite vers la mer souvent dès le milieu de la nuit. C'est la brise de terre. Le pêcheur, au matin, tend sa voile et part. Lorsque ensuite la chaleur du jour a pesé sur la contrée, la terre, qui n'est pas aussi facilement pénétrée que la mer par les rayons de lumière et de chaleur du soleil, s'échauffe bien davantage, — et souvent de bonne heure dans l'après-midi les couches moins chaudes de la mer, l'emportant en poids sur les couches d'air qui reposent sur les grèves et sur les rivages brûlés d'un soleil ardent, envahissent la terre, et font la brise de mer, qui le soir ramène à la côte les barques chargées de poisson. Le moment qui amène le premier souffle de cette salutaire brise de mer, appelée dans le pays la *marinade*, est pour toute la nature un moment solennel. Tout bruit, tout mouvement avait cessé; tout se taisait, jusqu'aux insectes. Le voyageur observateur sentait la curiosité même s'éteindre dans cet accablement, pareil à ceux qui, pour plusieurs semaines, suspendent la vie dans l'Inde, en rendant également pénibles et les mouvements du corps et les opérations de la pensée. Toute la nature attendait, écrasée par le poids d'un air embrasé. Au premier souffle de la brise de mer, tout renaît, tout vit, tout est joyeux; un bien-être universel se répand dans toute la contrée, et l'on conçoit alors le *kief* des Orientaux. Si, comme on l'a dit bien des fois, l'homme est bien petit auprès des forces de la nature,

il lui importe d'autant plus d'en connaître les lois, pour en éviter les effets dangereux, ou même pour les faire servir à son avantage. « Monsieur, me disait le chef d'une petite troupe de bohémiens errants du pays (*gitanos*), à qui j'arrachais avec peine quelques paroles de renseignements près de Salces, à l'heure du plus grand paroxysme de la chaleur, croyez-moi, attachez votre cheval à cet olivier et couchez-vous à l'ombre. Avant une heure, la *marinade* se lèvera, et vous continuerez votre route ; vous n'en serez que mieux, votre cheval et *vous*, et vous arriverez plus tôt. » Je n'ai pas besoin de dire que je suivis son conseil. Ce bohémien me paraissait alors plus sensé que l'empereur Auguste élevant à Narbonne un temple au vent d'ouest (*Zephyrus*), pour obtenir de lui qu'il lui soufflât un peu moins violemment dans les oreilles. Au reste, on peut dire que les Romains ont été de pauvres observateurs : qu'ont-ils légué à la postérité scientifique?

Je consacrerai quelque jour une étude spéciale à nos connaissances sur l'aimantation du globe terrestre, qui se rattache à la théorie des agents impondérables, la chaleur, la lumière et l'électricité ; j'en ferai autant pour l'électricité et les orages de foudre dont l'aspect est si imposant, l'origine si simple, et les appareils préservatifs si faciles à établir. Aujourd'hui, pour terminer ce type des notions actuelles de géographie physique, je présenterai la théorie de la chaleur rayonnante, qui appartient à la fois à la chaleur et à la lumière, deux agents impondérables de la nature.

Tous les corps voisins l'un de l'autre s'envoient des rayons invisibles de chaleur, et font des échanges con-

tinuels qui réchauffent les plus froids et refroidissent les plus chauds, jusqu'à ce que la température se soit égalisée entre eux. Si l'on porte dans une chambre bien close un boulet rouge, on sent et on voit à la fois sa chaleur et sa lumière; mais la première de ces deux propriétés subsiste encore après l'autre, et le boulet est devenu invisible longtemps avant que la main ou le visage cesse de ressentir à distance les effets de la chaleur qu'il conserve encore. Il y a donc un rayonnement invisible de chaleur obscure. Ainsi, quand nous nous promenons la nuit par un ciel serein, notre corps fait rayonner sa chaleur vers le ciel, qui ne lui en renvoie que bien peu en échange; d'où naît un refroidissement très-vif qui se fait sentir même au milieu de la zone torride où le docteur Oudney est, à la lettre, mort de froid nocturne. Or, de même que la lumière rejaillit des corps blancs brillants, polis, et par conséquent ne les pénètre pas facilement, nous jugerons que la même chose a lieu pour les rayonnements analogues de la chaleur, et nous admettrons que la surface des corps blancs, brillants, métalliques, polis, éclatants, arrête la chaleur à son entrée et à sa sortie des corps. Il est très-difficile de faire pénétrer la chaleur rayonnante d'un foyer dans une cafetière d'argent bien polie, tandis qu'un liquide chaud qu'on y verse y conserve longtemps sa chaleur, qui ne peut franchir de l'intérieur à l'extérieur l'obstacle de la surface polie.

De même, les vêtemenls blancs, le terrain sablonneux, les arbres à écorce blanche, laissent moins facilement pénétrer et sortir la chaleur et la lumière. La neige par sa blancheur préserve de la gelée les blés

qu'elle recouvre, et si l'on n'altère sa teinte par de la cendre ou du charbon, tout gèle au-dessous. Les premières fleurs des arbres fruitiers, qui sont d'un blanc éclatant, se défendent par leur couleur des fâcheuses influences de la saison peu avancée. Les hommes de cabinet portent toujours des robes de chambre blanches, pour conserver la chaleur du corps; la nature blanchit à un certain âge les cheveux de l'homme et les poils des animaux; enfin plusieurs oiseaux, tels que la perdrix des Pyrénées, changent tout à coup à l'entrée de l'hiver la couleur de leur plumage et deviennent tout à fait blancs. On observe la même chose pour les lièvres du Nord, qui sont fauves l'été et qui deviennent tellement blancs l'hiver, que le chasseur est obligé de les viser aux yeux, qui sont alors rouges comme dans tous les albinos. Cette transformation du pelage est souvent très-rapide, et l'on a vu un rat de l'espèce appelée rat arctique ou rat polaire, exposé dans sa cage sur le pont d'un vaisseau hivernant dans les glaces du Nord, changer en une nuit de couleur, et passer du fauve foncé au blanc pur. Les habitants du Nord sont à peu près tous blonds; ils s'habillent invariablement de vêtements blancs. La nature et l'expérience leur donnent les meilleurs préservatifs contre la perte de la chaleur. Dans les zones plus tempérées, les pelages et les habits sont plus variés. Déjà en Espagne la race à cheveux noirs domine exclusivement; les habits du peuple y sont de couleur foncée, pour ne pas concentrer la chaleur du corps et lui laisser une issue facile. Enfin, pour les races noires de l'Afrique intertropicale, la nature a semblé vouloir permettre le plus possible la sortie de

la chaleur intérieure du corps. Il est vrai de dire que, par là même, un nègre exposé aux rayons directs du soleil souffre plus qu'un blanc, parce que sa peau noire laisse un plus facile accès aux rayons calorifiques du soleil; mais c'est à lui de chercher un abri, tandis que s'il eût été blanc, il eût succombé à la chaleur concentrée produite par l'action vitale et retenue par l'obstacle de sa peau blanche.

Je n'ai pas besoin de dire que ce qui arriverait à ce nègre blanchi par hypothèse arrive malheureusement à un nombre infini de vrais blancs, pour lesquels le climat trop chaud des tropiques est mortel. On m'a souvent fait la question : Quel est le meilleur, d'un vêtement blanc ou d'un vêtement noir? C'est selon la circonstance. Voulez-vous voyager en plein air, prenez un vêtement blanc, comme le font les nègres, pour éviter la pénétration des rayons directs du soleil. Saussure conseille au voyageur observateur des habits de couleur claire, qui le jour ne laissent point trop pénétrer la chaleur du soleil et qui la nuit conservent la chaleur du corps. En un mot, le blanc habille plus, c'est-à-dire isole davantage le corps du chaud et du froid extérieurs. Par contre, tout homme qui, le soir d'un jour chaud, voudra goûter la fraîcheur d'une nuit étoilée devra s'envelopper de vêtements légers et noirs; mais gare les rhumatismes nerveux, fléau des climats excessifs! La plupart des Orientaux, Arabes, Persans, Turcs du Midi, comme les Marocains et les Espagnols mêmes, préfèrent, par des masses de vêtements ou par de vastes manteaux, s'isoler de l'air extérieur ou chaud ou froid, et je pense qu'ils ont raison. « Ce qui garantit du froid,

disent nos voisins du Midi, garantit tout aussi bien de la chaleur. » Si les casques de nos intrépides pompiers n'étaient pas brillants, s'ils étaient teints en noir, ils s'échaufferaient d'une manière fatale au rayonnement des incendies. Les Romains avaient déjà remarqué qu'on se brûle en touchant une barre de fer noir échauffée par les rayons d'un soleil d'été; je noterai que, sans le fait de la brûlure, ils auraient peu remarqué cet effet physique.

Par une particularité des plus curieuses, tandis que les rayons de chaleur du soleil traversent nos vitres et en rendent l'usage impossible dans les climats chauds, les rayons de chaleur terrestre sont arrêtés par le verre. Ainsi, quand au printemps un jardinier habile veut hâter la maturité d'un fruit ou d'un légume, il le couvre d'une cloche de verre ou d'un châssis vitré. La chaleur du soleil traverse le verre et vient échauffer la plante et le terreau où elle végète; mais, une fois fixée dans le sol, cette chaleur ne peut plus ressortir au travers de la cloche ou du vitrage, qui devient, suivant l'expression d'un de mes auditeurs, une vraie souricière de rayons. La température s'élève beaucoup sous cet abri physique. Il y a tel cas où elle pourrait même s'élever trop haut et nuire à la plante. Aussi voit-on, à l'heure de midi, les jardiniers soulever par un bord les cloches, qui, suivant leur expression, *forcent* les cultures. Les glaces de nos serres et les vitrages doubles produisent des effets analogues. L'expérience avait donc beaucoup appris sur les agents physiques à ceux qui employaient ces agents-là; mais il est heureusement passé le temps où Bacon jetait aux raisonneurs dédaigneux de l'expérience

ces paroles sensées : « Allez dans les ateliers, vous y trouverez plus de vraie philosophie que dans les écoles ! »

Quelques faits curieux vont appuyer ce que je viens d'avancer. Saussure, le grand physicien des Alpes, entreprend de concentrer la chaleur par des vitres : il couvre une boîte à fond noir de plusieurs glaces. Cette boîte est elle-même placée dans une autre, qui la préserve du contact des courants d'air. Un vase d'eau est placé dans la boîte intérieure, et l'eau y devient bouillante. Plus récemment, sir John Herschel, *soutenant*, comme dit Homère, *la grande renommée de son père et la sienne propre*, s'exile pour plusieurs années au cap de Bonne-Espérance avec sa nombreuse et charmante famille. Il fait pour le ciel austral ce qu'il avait fait pour notre ciel du Nord, il compte les étoiles doubles, les nébuleuses et les amas d'étoiles, dans cette région où notre compatriote l'abbé Lacaille, astronome de premier mérite, avait été faire, quatre-vingts ans plus tôt, d'autres observations qui ont fait honneur à la France, et qui viennent d'être réimprimées aux frais du gouvernement britannique. On est au mois de décembre, c'est-à-dire dans la saison chaude pour cette contrée du globe. Tout le monde se plaint de la chaleur. Sir John Herschel, aussi bon physicien qu'astronome éminent, a l'idée de répéter plus en grand l'expérience de Saussure. Une boîte noire d'acajou d'une dimension considérable, et recouverte d'une *seule glace non mastiquée*, est placée dans un châssis ordinaire de jardinier, garni lui-même d'une seule vitre non mastiquée. Le thermomètre monte à l'eau bouillante et dépasse même de beaucoup ce terme de chaleur. Alors l'illustre physicien père de

famille invite ses amis et ses enfants à un déjeuner où le soleil du solstice d'hiver remplacera les fourneaux ordinaires. Une pièce de bœuf assez forte avec des légumes et des assaisonnements (je n'ose pas dire en bon français un *bœuf à la mode*) est introduite dans la boîte, et elle en ressort au bout d'un temps convenable parfaitement cuite et fournissant *un régal agréable aux invités.*

Notre art de fabriquer les verres ardents n'a point encore fructifié pour remplacer par le soleil le bois qui manque à bien des contrées brûlées par un ciel sans nuages, et je me suis souvent étonné que dans les voyages d'Asie et d'Afrique une lentille à échelons n'ait pas paru un meuble fort utile dispensant souvent de provisions de bois ou de charbon difficiles à se procurer. A bord des vaisseaux, un grand appareil ardent serait certes utile et économique dans bien des cas. Dans les cours de physique, c'est une expérience qui attire toujours l'attention que celle de mettre un vase de fer-blanc au foyer d'un miroir ardent et de montrer sans feu de l'eau bouillant à gros bouillons.

Un des phénomènes les plus curieux de la nature, c'est la rosée, dont la production a lieu par les nuits *calmes* et *sereines*, quand les étoiles brillent de tout leur éclat. Ce n'est qu'avec la théorie de la chaleur rayonnante, et depuis moins d'un demi-siècle, qu'on a rendu raison de ce curieux dépôt d'humidité: Tout le monde sait que si, dans une étuve humide, on introduit un corps froid, il se dépose immédiatement de l'eau à sa surface. Les cristaux que l'on apporte au dessert sur nos tables l'hiver se ternissent momentanément de rosée. Il

reste donc à savoir comment les corps terrestres sur lesquels la rosée se dépose se refroidissent pour provoquer le dépôt de l'humidité de l'air. Cette cause est évidemment le rayonnement vers les espaces célestes des corps terrestres placés dans un lieu découvert. Un corps de teinte foncée, par exemple une table d'ardoise, rayonnera beaucoup, se refroidira de même, et provoquera un abondant dépôt. Une tablette de marbre blanc se mouillera bien moins, une plaque de métal ne se mouillera pas du tout, car celle-ci ne rayonne que très-peu. La circonstance du calme de l'air est essentielle, car si l'air était agité, il viendrait continuellement rendre par son contact de la chaleur aux substances soumises au rayonnement nocturne. Voilà donc le type de l'étude actuelle de la nature : découvrir, par un petit nombre de faits, les lois de la nature, et ensuite, par ces lois, rendre compte des autres phénomènes analogues. Ces paroles sont de Newton. Dans la théorie de la chaleur rayonnante et dans ses mille applications, les physiciens modernes ont honorablement suivi les idées de ce puissant génie, auquel le nom de *grand*, dont on fait quelquefois précéder son nom, a cessé depuis longtemps d'ajouter aucun relief. Il est aussi inutile de dire le grand Newton que de dire le brillant soleil.

Nous avons déjà reproché à l'excellent ouvrage de Mme Somerville d'avoir introduit dans la géographie physique des notions de géologie, de minéralogie, de botanique, d'histoire des animaux, qui semblent appartenir à la géographie ordinaire d'exposition ou à l'histoire naturelle. Ces notions, fort intéressantes en elles-mêmes, sont écrites d'un style si clair et si élégant, qu'il serait

injuste de ne pas reconnaître qu'aucun autre ouvrage n'a aussi bien traité ces déductions de la science comparée. Voici un fait important qui ressort de l'énumération des espèces végétales et animales de chaque localité : c'est que, parmi toutes les acclimatations possibles, un très-petit nombre a déjà eu lieu, et nous croyons qu'il n'existe aucune autre preuve plus forte de l'état tout à fait moderne de la surface actuelle de notre globe. Avant Lucullus, la cerise était inconnue dans l'Europe occidentale; l'abricot et la canne à sucre sont venus avec les croisades, la pomme de terre sous Louis XVI, presque à la fin du siècle dernier. On m'objectera qu'un célèbre écrivain fait, sous Louis XIV, dévaster par un sanglier un champ de pommes de terre : à cela je réponds qu'à l'imagination tout est permis pour *faire de la couleur locale;* mais ce chapitre des anachronismes botaniques nous mènerait trop loin de la géographie physique.

On aura dans le quatrième volume du *Cosmos* de M. de Humboldt un volume consacré uniquement à cette branche spéciale de la géographie. Le mérite de cet ouvrage pourra être différent de celui de Mme Somerville, mais il ne détruira pas la valeur du livre de la savante et modeste Anglaise. Il y à quelque chose de plus précieux qu'une pièce d'or, ce sont deux pièces d'or. Nous avons dit que, *sous la pression* non pas du *temps*, mais de l'*espace*, et par l'introduction de descriptions d'histoire naturelle locale, qui serviraient utilement de conclusion aux cartes physiques de l'Atlas de Johnston, plusieurs parties de la *Géographie physique* avaient été réduites à un simple sommaire insuffisant. La théorie

de l'arc-en-ciel est de ce nombre : l'auteur, qui est une mathématicienne de premier ordre, semble ne pas savoir tout ce que les travaux analytiques de l'illustre Airy et les expériences de MM. Galle, Miller, etc., ont ajouté à la théorie de ce brillant météore. Il en est de même de l'heureuse explication de l'anthélie due à M. Bravais. Toutefois, nous le répétons, dans le cadre trop restreint de deux petits volumes, comment renfermer des matériaux qui en exigeraient au moins le double? La *Géographie physique* de Mme Somerville vaut par ce qu'elle contient, sans préjudice de ce qu'une revue attentive des progrès de la science pourra introduire dans une nouvelle édition. Celle-ci est déjà la troisième, et certes une et même plusieurs réimpressions attendent encore cet intéressant et consciencieux ouvrage.

QUILLEBŒUF.

EXCURSION ET ÉTUDES MÉTÉOROLOGIQUES A L'EMBOUCHURE DE LA SEINE.

QUILLEBŒUF.

EXCURSION ET ÉTUDES MÉTÉOROLOGIQUES A L'EMBOUCHURE DE LA SEINE.

Pour étudier le développement des lois de la nature dans le monde entier, les observateurs ont parcouru les diverses régions, et ensuite les théoriciens, en rassemblant les faits analogues, ont pu en conclure les principes généraux qui forment le beau domaine de la géographie physique. Il semble néanmoins que, pour saisir les mille détails dont se compose tout ce qui se rapporte au climat de chaque lieu de la terre, les études faites par un habitant de chaque pays sans les inconvénients d'un voyage rapide, de l'ignorance de la langue et de la nouveauté des objets, offriraient à la connaissance de la vérité plus de chances favorables que la manière trop habituelle d'observer en courant. En un mot, comme l'ont fait plusieurs auteurs grecs qui nous ont laissé des descriptions de la Grèce, il serait avantageux que la France fût parcourue par un Français, la Grande-Bretagne par un Anglais, et ainsi des autres

pays, à la condition cependant que ces voyageurs indigènes fussent préparés pour leurs recherches locales comme on l'est ordinairement pour l'exploration des pays étrangers. En effet, quand on visite les provinces même voisines de Paris, on est frappé de circonstances remarquables relatives à la chaleur, à l'arrosement naturel, à l'humidité, aux brouillards, à la qualité du sol et à ses productions, enfin aux divers modes dont ce sol est exploité par les habitants, sans compter les rivières qui se perdent sous terre, les précipices et accidents de terrains, les effets curieux des vents, des tempêtes et des orages, les particularités des marées de nos côtes et de nos rivières, tous phénomènes non moins remarquables ou imposants que ceux auxquels les touristes ont donné une célébrité européenne.

Nous avons déjà signalé dans ces *Etudes* la beauté et la salubrité de climat des régions de la France qui longent la Méditerranée dans la portion occidentale de son bassin. Cependant on met toujours un voyage en Italie au rang des jouissances hygiéniques que procure un climat privilégié; or rien ne serait plus facile que de prouver la supériorité de la France sur l'Italie, en comparant les deux bords opposés de la Méditerranée. Tout le monde sait du reste que les Romains quittaient l'été le sol brûlant et malsain de leur pays pour les vallées fraîches et salubres du Roussillon et de la Gaule narbonnaise. En signalant la France à l'attention des voyageurs et surtout de ses propres habitants, il faut reconnaître toutefois qu'il leur manque beaucoup des données qui peuvent rendre un voyage utile. Sans doute il est pour chaque province, et principalement pour

les grandes villes, des itinéraires descriptifs où l'on peut recueillir quelques indications scientifiques; mais l'énumération des monuments et des produits de la civilisation y occupe toujours la plus grande place. On semble ne voyager que pour voir les hommes et non point la nature; on oublie que c'est la qualité du terrain et toute la *météorologie* en général qui sert de base à la population, qui détermine ses subsistances, son commerce, ses manufactures, et les influences beaucoup trop négligées auxquelles est soumise la santé publique.

La description physique de chaque localité devenant ainsi l'objet d'un travail spécial, la science aurait bientôt d'utiles résultats à signaler, et l'ensemble de ces monographies météorologiques ne tarderait pas à constituer pour la France de précieux matériaux qu'on exploiterait ensuite tant au profit des théories physiques qu'au point de vue de la statistique et de l'économie politique. Plusieurs bons esprits isolés et fixés sur divers points de la France, qui ne trouvent point à employer utilement leurs loisirs et leur capacité, pourraient se charger de ces *reconnaissances météorologiques*, si les corps savants surtout avaient publié des canevas ou listes d'observations à faire et de renseignements à recueillir. Au total, il s'agit d'abord de faire, sauf à faire mieux ensuite. Les Grecs, trois siècles avant notre ère, étaient déjà riches de descriptions topographiques : « Il est des écrivains, dit Aristote, qui nous ont représenté la nature d'une contrée restreinte, l'aspect d'une seule ville, le cours d'un vaste fleuve, les beaux sites d'une montagne. Nous avons la description du mont

Ossa, celle de la ville de Nyssa, consacrée à Bacchus, celle des grottes du Parnasse, enfin de plusieurs localités tout à fait particulières. » Aristote semble traiter de petits esprits les auteurs de ces monographies si exceptionnelles ; mais la science moderne réserve son admiration pour ce qui est bien observé, et à côté des Humboldt, des Pallas et des grands navigateurs, elle aime à placer tous ceux qui ont apporté une pierre, fût-elle unique, à l'édifice de la connaissance du monde.

Jusqu'ici, toutes les descriptions de contrées semblent avoir été ou tout à fait consacrées à l'étude des populations, en omettant les particularités physiques du pays qu'elles occupent, ou tout à fait consacrées à la physique, à la géologie, à la météorologie du sol, des eaux et de l'air, sans aucun égard à la population, qui, suivant l'expression d'Homère, trouve une mère nourrice dans la terre. Indépendamment de l'importance des productions de chaque localité, le seul moyen de jeter quelque intérêt dramatique sur les descriptions physiques, c'est cependant d'y faire intervenir l'espèce humaine. Lorsqu'en descendant le cours de la Seine, on arrive près de Villequier, en face d'une vallée profonde d'où s'élança la rafale subite, le *pampero* qui fut si fatal à la famille d'un des premiers poëtes de notre époque, doit-on s'interdire de rappeler les effets désastreux de ces aspirations aériennes et les nombreux accidents qui en ont été la suite ? A ce point de vue, l'ouvrage tout récent et déjà très-célèbre de l'amiral Smith sur la Méditerranée, ouvrage qu'il conviendra d'examiner prochainement ici, semble un modèle admirable à suivre. A chaque particularité de la nature, l'amiral Smith rat-

tache un fait historique intéressant qui se trouve ainsi mieux connu ou mieux compris. Sur cette mer et autour de cette mer, berceau du monde civilisé, l'histoire nous montre depuis trois mille ans l'homme favorisé ou contrarié par les grands phénomènes physiques, et tantôt triomphant, tantôt victime, toujours témoin intéressé de la lutte des éléments. C'est comme une voix qui crie aux indifférents ces paroles sévères : *Posteri, posteri, vestra res agitur!* c'est-à-dire : « Apprenez par l'expérience du passé à vous garantir des inconvénients de l'avenir. »

Il n'est peut-être aucune localité dans le monde qui offre des phénomèmes si divers et si imposants que les alentours de la petite ville de Quillebœuf, située au point où le lit de la Seine s'élargit en véritable bras de mer, dans une contrée où la nature et l'homme semblent avoir déployé ou rencontré tout ce qu'il y a d'accidenté dans le sol : les eaux, les marais, les promontoires, les cultures et les monuments. Cette ville de quatorze cents âmes n'est en quelque sorte qu'un accessoire propre à désigner la portion inférieure du bassin de la Seine au point où dominent tantôt l'Océan fougueux, tantôt le régime paisible du fleuve qui a baigné les quais de la capitale de la France. Nulle région n'est plus propre que celle dont Quillebœuf est le centre à montrer ce que certaines localités peuvent offrir à la science de problèmes divers à résoudre et de phénomènes à observer.

Avant tout, il faut dire un mot de la population de ce port de sauvetage. Quillebœuf a le privilége de fournir à la navigation de la Seine et de l'Océan, en dehors

de l'embouchure du fleuve, une pépinière de hardis pilotes, qui, aguerris par les dangers de la difficile navigation de ces parages, vont trouver en mer les navires qui arrivent au Havre et à Honfleur, et les guident avec sûreté dans nos ports. Lorsque par un temps désastreux ou de grosse mer, et surtout de fatale brume, on aperçoit au large un esquif ballotté par les vagues comme une mouette maritime, on reconnaît un pilote de Quillebœuf placé comme une bouée de sauvetage pour les vaisseaux qui abordent en France. Un nombre considérable de ces habiles marins guident aujourd'hui nos vaisseaux dans la mer Noire et dans la Baltique. Ils se distinguent par leur zèle, comme par leur capacité et leur intrépidité. On se loue de leur caractère facile comme de leur intelligence.

En moins de deux heures et demie, on franchit l'intervalle de Paris à Rouen, qui exigeait précédemment quinze ou seize heures de voitures incommodes. On peut voir, dans une épître de Jean-Baptiste Rousseau, appelé dans le XVIIIe siècle le *grand Rousseau*, qu'il met quatre jours pour arriver de Paris

A Rouen, séjour du sophisme,

ce Rouen qu'un autre poëte apostrophait ainsi :

Cette ville où l'on voit le commerce insolent
Estimer le coton bien plus que le talent.

Lorsqu'on pense que cette belle cité est la patrie des deux Corneille et de Fontenelle, qu'elle est ornée de magnifiques édifices anciens et modernes, et qu'une race vigoureuse et active joint les avantages du commerce à

ceux des travaux de nombreuses manufactures, on est peu disposé à trouver du *sophisme* dans les intelligents efforts qui ont produit là une noble et riche ville de cent mille habitants. Quant aux grandes basiliques qui, à Rouen, à Caen et dans une foule d'autres localités, ont signalé par leur construction gigantesque l'époque du moyen âge, je saisis cette occasion de faire connaître le motif d'économie politique qui a présidé à leur érection, d'autant plus que l'emploi des mêmes efforts, dirigés vers un but mieux assorti aux tendances utilitaires de notre époque, pourrait conduire à de notables améliorations dans le régime agricole d'un grand nombre de points de la France et de toutes les contrées aujourd'hui stérilisées par le séjour permanent de races nombreuses qui en épuisent les ressources.

Lorsqu'à la suite des expéditions militaires et des guerres prolongées, la paix venait rendre inutiles les armées des souverains, que faire de ces populations belliqueuses qui ne pouvaient reprendre les habitudes de la vie ordinaire, et qui n'auraient pas trouvé de place dans une société organisée sans elles? Alors point d'hôtel des invalides, point de budget; la religion seule, par les aumônes des fidèles, pouvait pourvoir à la vie de ces nombreux vétérans. Le souverain se trouvait fort à propos avoir fait un vœu à quelque saint vénéré dans le pays. Tous les soldats devenaient maçons, et sauf à laisser l'ouvrage imparfait quand le but philanthropique était atteint, on assurait le sort d'ouvriers énergiques, qui autrement eussent pu devenir très-dangereux. Voilà le secret de l'érection de ces immenses basiliques, qui, malgré leurs beautés architecturales, n'ont point échappé

à la critique philosophique du XVIIIe siècle, où elles ont été signalées comme des monuments ruineux de superstition et d'ignorance. Ayons un peu de charité pour nos pères ; peut-être ne sera-ce que de la justice. Et de nous que pensera la postérité ?

A voir l'universalité de ces constructions, on aurait cependant dû présumer qu'un motif de profonde politique sociale leur avait donné naissance. Maintenant, s'il s'agissait d'employer à d'utiles travaux publics les vétérans de nos armées, déjà pliés à la discipline et aux exigences de la vie commune, faudrait-il en faire des constructeurs d'édifices religieux, comme le devinrent ces preux du temps de Charlemagne, ces Renaud de Montauban, ces Maugis, qui finissent pieusement par servir les architectes des cathédrales ? Qu'on employât quelques vétérans à bâtir quelques églises un peu moins mesquines que les tristes constructions dont le régime municipal dote les villes modernes à la honte du plus noble de tous les arts, l'architecture monumentale, il n'y aurait pas grand mal à cela ; mais il est d'autres travaux publics où les efforts simultanés d'une masse considérable d'ouvriers, travaillant à bon marché comme font les soldats, produiraient les effets les plus avantageux. Si l'on songe aux urgentes améliorations que réclame l'immense delta du Rhône, entre Avignon, Cette et Marseille ; si l'on relève sur le littoral et le long des rivières de la France les terrains à conquérir, à consolider, à fertiliser et à assainir, on voit que l'emploi ne manquerait guère à nos émérites de la victoire. Malheureusement la plupart des localités que nous venons de nommer pourraient faire craindre pour la santé de ces

ouvriers militaires. Le mieux serait donc d'établir des régiments de planteurs; on reviendrait ainsi à une de ces théories qui, indiquées à l'époque de 1830, semblent depuis complétement oubliées. Les défrichements et le déboisement, qui suivent la présence de l'homme dans une contrée, ont pour effet de dessécher le terrain, de dénuder les coteaux et les plaines élevées de leur terre végétale, et par suite de rendre stériles de grands espaces qui produisaient naguère de riches moissons, ou qui nourrissaient des bestiaux nombreux. Aristote signale de son temps le territoire d'Argos comme desséché par une culture trop exigeante. Celui d'Athènes, précédemment trop humide et trop marécageux, lui paraît être dans les meilleures conditions possibles de fertilité et de richesse productive. Il pronostique l'époque où les champs d'Athènes seront à leur tour semblables à ceux d'Argos, desséchés et épuisés par la culture. Il y a longtemps que sa prédiction s'est vérifiée et qu'ont disparu de cette belle Attique, suivant les strophes d'Euripide, même les fleuves sur les bords desquels Vénus *enfantait la blonde Harmonie*.

Tout le monde a vu, sous le dernier règne, avec quel soin les forêts de l'Etat, et notamment les bois qui avoisinent Paris, ont été repeuplés d'essences diverses dans toutes leurs clairières un peu considérables. Un décret récent a pourvu au boisement et à la fixation des dunes du bassin d'Arcachon, près de Bordeaux, c'est-à-dire à la conquête de plusieurs milliers d'hectares. Le travail du planteur et en général l'arboriculture n'offriraient donc à des militaires convenablement embrigadés rien de pénible ou de répugnant. Mais pour sortir des

généralités et revenir à cette fertile Normandie, qui fait l'admiration des cultivateurs anglais (les premiers cultivateurs du monde) arrivant des districts les plus productifs de leur île, je choisirai les coteaux dénudés qui dans le voisinage de Pont-Audemer, le long du cours de la Rille, affligent les regards par la plus triste absence de toute végétation. Imaginons sur leurs crêtes un système de fossés ou de tranchées formant une lisière de quelques dizaines de mètres seulement; qu'au moyen de terres rapportées, s'il le faut, d'amendements et surtout de clôtures, un fourré continu d'arbres et de buissons couronne toutes ces hauteurs : alors les terrains inférieurs, soustraits à la vaine pâture, recevront peu à peu des semences; il se formera une nouvelle couche de détritus de plantes; les eaux pluviales, arrêtées dans leur course trop rapide, fertiliseront les flancs de la colline, au lieu d'en entraîner la terre végétale. Les sources taries par le déboisement reparaîtront, et l'action desséchante du vent, paralysée par les arbres, laissera reprendre à la contrée l'aspect qu'offrent maintenant les plus heureuses vallées de ce riche pays.

A partir de Rouen peut commencer l'étude de ce que produisent tous les agents physiques dans le vaste domaine de la nature vivante et inanimée. Deux fois par jour, l'Océan envoie ses flots salés, qui, après avoir pénétré à plus de 50 kilomètres dans l'intérieur des terres, propagent ensuite dans l'eau douce du fleuve une onde profonde, qui est sensible au-dessus de Rouen jusqu'à Pont-de-l'Arche, situé, en remontant le cours de la Seine, à 60 kilomètres de la capitale normande. Si

l'on dessine sur une carte l'effet curieux de ces marées, on verra par exemple que, tandis que la Seine au-dessus de Pont-de-l'Arche coule constamment vers son embouchure, il est des points entre Rouen et Pont-de-l'Arche, comme entre Rouen et la mer, où la rivière, poussée par la marée, remonte vers sa source; mais au moment où ce fait se produit au-dessus de Rouen, la rivière a déjà cessé de monter aux environs de Caudebec, et de là jusqu'à quelques kilomètres de son embouchure, elle coule vers l'Océan. Là elle rencontre la marée montante, qui la fait de nouveau rétrograder vers sa source, formant ainsi des alternatives bizarres de mouvements directs et de mouvements rétrogrades, depuis la portion du bassin qui précède Rouen jusqu'à son embouchure dans l'océan Atlantique. On estime que la vitesse de propagation des ondes de marée dans le lit de la Seine est environ de 30 kilomètres à l'heure. Le flot remonte de Quillebœuf à Rouen à peu près en quatre heures.

Les écrivains du moyen âge avaient déjà remarqué combien ces mouvements alternatifs étaient favorables aux transports des marchandises et aux communications entre les riverains. De Rouen à Quillebœuf, le cours de la Seine n'est pas moins sinueux qu'entre Paris et Poissy. A chaque saillie des terres se trouve une ville ou un bourg considérable; c'est ainsi qu'on rencontre la Bouille, Duclair, Caudebec et Lillebonne. Dans les rentrants du fleuve, il va sans dire que, le terrain manquant, la population manque de même. Dans un de ces rentrants, entre Duclair et Caudebec, sont les restes de la célèbre abbaye de Jumiéges, terrains marécageux et malsains,

concédés autrefois aux moines, qui les ont assainis et mis en rapport, sans doute après avoir payé la fertilité du nouveau terroir par la vie de plusieurs colons aussi bien que par leurs travaux. Les environs marécageux de l'abbaye de Saint-Denis, près Paris, concédés également à cause de leur peu de valeur, offrent la même série d'améliorations et d'assainissements. De tels témoignages répondent éloquemment aux préjugés qui ont longtemps eu cours sur l'ignorance des moines. C'est dans les murs des cloîtres que se conservait au moyen âge la civilisation intellectuelle et morale; c'est là seulement que se concluaient les traités de paix, de transmission d'héritages souverains, et tout ce qui regarde la diplomatie, dont presque toutes les fonctions étaient remplies par des religieux. Le nom d'Agnès Sorel plane encore au-dessus des ruines de Jumiéges, où la cour se tint à plusieurs époques. Les richesses de cette abbaye, augmentées par de pieuses dotations, s'étendirent des deux côtés de la Seine, et rivalisèrent avec celles de Saint-Denis. Quillebœuf tout entier appartenait aux moines de Jumiéges. Une œuvre modeste des premiers habitants de l'abbaye atteste que depuis bien des siècles le régime de la rivière, ses crues, ses marées et le niveau de ses rives sont restés invariables. C'est une modeste jetée, haute seulement d'environ un mètre, et qui court sous les arbres fruitiers à une petite distance du rivage. Rien de mieux entendu, de mieux construit, de plus habilement dirigé que cette petite digue, dont le sommet fournit à peine un sentier pour un seul homme, et dont l'utilité égale la modestie. Quand on compare ce petit travail des ponts et chaussées monastiques avec l'orgueilleuse jetée

de la Loire, œuvre des Romains, entre Blois et Tours, laquelle porte une route de première classe, on s'étonne de ce que peut la pauvreté aidée par la persévérance. La petite jetée de Jumiéges, n'ayant d'ailleurs été construite que tout juste à la hauteur nécessaire pour s'opposer à l'envahissement des eaux, nous sert de témoin qu'à l'époque où on l'éleva, les actions de la nature n'étaient ni plus fortes ni plus faibles qu'elles le sont maintenant.

Les rivières que reçoit la Seine, à partir de Rouen, sont d'un si médiocre volume, que l'augmentation des eaux du fleuve doit être attribuée principalement aux sources de fond qui viennent sourdre dans le lit même de la rivière. C'est là un fait dont l'art des ingénieurs profite aujourd'hui, et l'habile M. Belgrand, chargé de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen, s'en est notamment préoccupé. Ce qu'on peut tirer de données théoriques et pratiques de ce mouvement des eaux, tant pour la culture des végétaux que pour l'élève des animaux, est vraiment incroyable.

Lorsqu'on remonte par la pensée aux temps primitifs du globe, c'est-à-dire à ceux qui ont précédé ou accompagné la dernière catastrophe qui a déterminé l'état actuel de la surface du globe, on ne peut guère se refuser, — en considérant la vallée encaissée de la Seine, avec de hautes falaises à droite et à gauche, tellement disposées, que les saillants d'un côté correspondent aux rentrants de l'autre, — on ne peut guère se refuser, disons-nous, à l'idée d'un brisement de la couche qui forme le continent actuel, brisement qui a dû s'opérer de manière à laisser une vaste fente, une vallée pro-

fonde, comblée ensuite par les éboulements des falaises voisines et par les dépôts fluviatiles.

La facilité avec laquelle, au-dessous de Quillebœuf, l'Océan crée et détruit des terrains rend vraisemblable toute formation de vallée renfermant un cours d'eau, surtout lorsque cette vallée s'ouvre sur l'Océan et en reçoit les eaux et les marées. Il y a quelques dizaines d'années, sur la rive gauche de la Seine, située entre le promontoire de Quillebœuf et celui de la Roque, on naviguait à la vapeur dans une portion du lit qui forme maintenant une immense terre cultivée où paissent des centaines de chevaux et de bêtes à cornes, en attendant que l'Océan vienne reprendre son ancien domaine. Tous ces grands effets n'ont au reste rien de plus merveilleux que ces petites alluvions qui forment le sol de nos petites prairies, dont le terrain a été déposé par les cours d'eau qui les traversent; mais ce qui passe inaperçu quand c'est l'œuvre lente du temps, commande l'attention lorsque de grands effets se produisent en un petit nombre d'années. Tout le long du cours de la Seine, aux endroits où la marée arrive en cataracte, elle ronge le bord et pénètre de plus en plus dans le terrain qu'elle délaye. On dit alors que la prairie est en fonte, et telle propriété qui rapportait autrefois 25,000 francs de rente se trouve aujourd'hui réduite à une lisière tellement étroite, qu'elle perd toute valeur. Les ventes et les transactions se font d'après la durée présumée de la propriété vendue, laquelle, au bout de plusieurs siècles, sera reproduite de nouveau par l'action du fleuve et de la mer, suivant des alternatives à périodes immenses. Entre Quillebœuf et l'Océan, le bassin de la Seine, large

de 10 à 12 kilomètres, fournit au courant du fleuve un lit comparativement étroit, qui se transporte capricieusement de la rive droite à la rive gauche, et que les pilotes de Quillebœuf sont continuellement occupés à sonder, à reconnaître et à garnir de signaux fixes ou flottants, indiquant les passes et les dangers.

Le promontoire assez bas de Quillebœuf fait exactement face à la pleine mer, vers laquelle le fleuve se dirige en ligne droite, formant comme une immense porte qui rappelle les colonnes d'Hercule, et s'ouvre sur l'Océan entre les hauteurs escarpées qui dominent Honfleur à gauche, et celles qui dominent le Havre à droite. La perspective qu'offrent des deux côtés de ce vaste bassin les caps richement boisés qui viennent s'y terminer à droite et à gauche présente des points de vue d'une admirable variété; mais c'est surtout à l'automne et au printemps, lorsque le soleil couchant descend dans toute sa majesté sur la portion de l'horizon qui communique avec l'Océan, que tous les effets de perspective aérienne imaginables se déploient dans leur magnificence. Les teintes des lointains varient continuellement depuis le gris terne d'un brouillard aérien jusqu'à l'azur foncé d'un ciel lavé par une pluie récente. On peut même dire qu'il n'est point de quart d'heure où la perspective ne change sur quelque point de l'horizon. Vers l'orient se trouve l'immense bassin qui remonte vers Rouen; au nord s'étendent des plaines basses tour à tour envahies et abandonnées par la mer; dans le lointain, on aperçoit les tours en ruine du château de Guillaume, le conquérant de l'Angleterre, la flèche en pierre blanche de l'église de Lillebonne et les colossales ruines

d'un théâtre romain. Plus près, et plus à l'ouest, on découvre le château féodal de Tancarville; au sud, la langue de terre qui vient finir au phare peu élevé de Quillebœuf; enfin, à l'ouest et à gauche en regardant la mer, un marais immense de plusieurs kilomètres de profondeur, encaissé dans une rangée circulaire de falaises élevées et tellement malsain, qu'il s'y produit les mêmes phénomènes que dans les marais Pontins des environs de Rome. Là végètent des habitants faibles et amaigris par la *malaria*, des enfants jaunes et dévorés par la fièvre, et dont un seul survit à peine sur quatre ou cinq. Par opposition, la nature animale et végétale déploie une exubérance de force qu'on a peine à concevoir. D'innombrables têtes de bétail trouvent dans ces marais une abondante nourriture. Les herbes et le blé atteignent une dimension extraordinaire; les épis mûrs, au lieu de la couleur pâle de la paille ordinaire, sont d'un orangé foncé; le gris du lin est complétement bleu; le tronc des arbres et le poil des animaux sont lisses et brillants; enfin il semblerait qu'il ne manque rien ici à l'homme, sinon la possibilité de vivre.

Pour en finir avec les curiosités de ce marais appelé *Marais-Vernier*, nous dirons qu'une portion est occupée par une espèce de lac ou d'étang dont le fond est de la tourbe, et dont les eaux, parfaitement semblables aux ondes du Styx que nous dépeignent les poëtes, sont exactement de la teinte de l'encre à écrire, malgré leur transparence remarquable. Si l'on joint à ces curiosités des espèces d'îles flottantes bordées de roseaux, dont la hauteur surpasse celle des habitations rurales, on reproduira la description des îles et des roseaux du Nil

par laquelle s'ouvre le roman de *Théagène et Chariclée*. Quant aux milliers ou plutôt aux millions d'oiseaux de mer qui volent en troupes sur ces immenses rivages, aucune description n'en peut donner une idée.

S'il est un lieu où l'on puisse supposer l'établissement d'une école de paysage, c'est sans contredit Quillebœuf; là tous les phénomènes de la terre, du ciel et de la mer, semblent s'être réunis pour rivaliser de splendeur. Parfois, lorsque des nuages peu élevés forment une voûte au-dessus de la contrée, les rayons de l'aurore les illuminent par-dessous et jettent d'un bord à l'autre de l'horizon une tenture de pourpre et d'écarlate d'un éclat inouï, et dont le reflet rose pénètre dans tous les lieux qui peuvent apercevoir le moindre espace du ciel. Le soleil couchant est presque toujours accompagné de ces nuages que les physiciens appellent *cumulus*, et qui nous donnent à Paris, sur le pont des Arts et vers l'occident, ces aspects de ciel célèbres pour leur beauté. A cause de la courbure de la terre les nuages de la mer que nous apercevons de Paris sont élevés de 3 kilomètres au-dessus de l'Océan, et ce sont les plus élevés de ces nuages, ou ceux que le vent apporte vers nous, qui produisent ces figures si variées de montagnes, de poissons, d'animaux et d'êtres fantastiques que l'on contemple agréablement le soir sur un fond éclatant et enrichi de toutes les teintes que donne la diffraction de la lumière.

Considéré dans de petites épaisseurs, l'air nous semble parfaitement transparent; mais dans ces vastes perspectives la moindre influence météorologique de chaud, de froid ou d'humidité agit aussitôt sur sa transparence et sur sa couleur; c'est donc un voile coloré

qui s'interpose entre les objets et notre œil. Lorsque le soleil illumine certains nuages, ils se projettent sur le fond du ciel avec une richesse de couleur qui rappelle les admirables vitraux de Saint-Maclou ou de Saint-Patrice à Rouen. Lorsqu'à côté de ces vitraux on met un tableau à l'huile, il paraît d'un terne repoussant, et lorsque les peintres, par un beau jour d'été, sont au milieu de ce paysage étincelant de Quillebœuf, leur palette ne leur fournit aucun moyen de rendre la splendeur du ciel et des eaux. Rapportées à Paris, leurs peintures paraissent invraisemblables, comme les ciels bleus de Raphaël le paraissent à ceux qui n'ont pas vu l'Italie. Si des hauteurs de la falaise qui domine le port on contemple au soleil levant un arc-en-ciel dont l'arche en plein cintre semble poser un de ses pieds sur un bord du fleuve et l'autre sur le bord opposé, alors le tableau est si merveilleux, qu'il n'est point d'homme rebelle aux beautés de la nature qui ne contemple avec ravissement cette double écharpe de couleurs splendides. Tout prend ici un caractère grandiose. Qu'un orage accompagné de foudre vienne à éclater sous des nuages lourds et bas, les immenses lointains que chaque éclair révèle à la vue rappellent les descriptions que les Arabes donnent de la foudre dans le désert, où, suivant leur expression, « à un éblouissement subit succède un aveuglement plus subit encore. » Lorsqu'avec l'instrument que les physiciens nomment *polariscope* on jette sur le fond du ciel ces bandes colorées, brillantes, qui résultent de l'illumination de l'atmosphère, on découvre dans le ciel certains points qui échappent à la polarisation : ces points sont désignés sous le nom de

points neutres. M. Arago en a découvert un à l'opposé du soleil. Nous-même, en contemplant, à Étretat, au Havre et à Quillebœuf, l'Atlantique éclairée des derniers feux du jour, nous en avons découvert un second, situé au-dessus du soleil. Enfin l'illustre physicien anglais M. Brewster est parvenu à en découvrir un troisième, très-difficile du reste à reconnaître, et qui est situé au-dessous du soleil, quand celui-ci est médiocrement élevé sur l'horizon.

Si l'on voulait passer en revue, dans la région où nous sommes placé, tous les effets de nuages, de brouillards, de troubles dans l'air, tant pour le paysage que pour l'aspect du soleil et de la lune, un volume entier ne suffirait pas à en comprendre toutes les descriptions. Les météores aériens, c'est-à-dire les vents, ne se prononcent guère que du côté de la mer; mais de là ils arrivent sans obstacle jusqu'au promontoire qui s'avance en face de l'embouchure de la Seine. Parfois les gouttes de pluie et les rejaillissements des vagues du fleuve sont poussés par le vent avec une force telle, que, sur la figure et même sur les mains, ils font l'effet de petits cailloux lancés avec force. Dans une grande marée d'équinoxe, lorsque la mer, soulevée par le vent d'ouest, le *Zéphire* d'Homère, pousse ses lames sur la plage, rien ne résiste à sa furie. Ce fut dans une de ces convulsions de l'air et des eaux que fut démoli le presbytère de Quillebœuf, situé alors presque sur la grève en face de l'Atlantique, et que depuis on a rebâti prudemment un peu plus loin, hors des atteintes de l'Océan et du Zéphire. Tous ceux qui sur les montagnes, sur les rives des mers, dans les plaines, dans les vallées,

ont vérifié les descriptions d'Homère, ont admiré la fidélité scrupuleuse des tableaux de ce grand peintre de la nature, que le plus stupide des contre-sens a pu seul nous donner comme aveugle. Ce vent d'ouest est représenté par Homère avec ses caractères véritables; ce n'est point le vent léger et sans force qui joue et folâtre au printemps avec Flore dans les compositions galantes du siècle de Louis XV : c'est le violent Zéphire, le vent au souffle pernicieux, celui auquel les autres ne résistent pas; c'est le Zéphire au sifflement aigu qui pousse devant lui la tempête et soulève les flots. Or tels sont encore les caractères de notre vent d'ouest ou Zéphire français, vent dominant de l'Europe. Il y a longtemps qu'Auguste lui élevait un temple dans les environs de Narbonne, pour l'engager à lui souffler moins fort dans les oreilles. Sur les côtes de Bretagne, ce vent désastreux rase la tête de tous les arbres à la hauteur des abris. Tous les pommiers de Normandie ont le tronc penché du côté opposé à la mer par la violence et la persistance de ce vent. A Paris même, les allées du Luxembourg, dans la partie voisine de la pépinière, qui n'est abritée que depuis peu d'années par des constructions élevées à l'ouest du jardin, offrent des arbres inclinés vers l'est par l'effort du vent qui arrive du côté opposé.

Nous pénétrons si peu avant dans le mécanisme de la nature, que souvent nous nous plaignons des agents physiques qui nous sont le plus utiles. Ainsi ce même vent d'ouest qui incommodait si fort Auguste dans les environs de Narbonne, et qui arrivait de l'Océan, pardessus les vallées de la Garonne et de l'Aude, pour in-

cliner les arbres du littoral vers la Méditerranée; ce même vent, qui sur les interminables quais de Quillebœuf incommode le visiteur curieux des beaux phénomènes de la nature, donne à cette localité une salubrité qui manque à l'immense cirque du Marais-Vernier, abrité complétement du souffle du vent de mer par les hautes falaises qui viennent aboutir au cap de la Roque. Dans une récente excursion, un de mes compagnons de voyage se félicitait à Quillebœuf d'un appétit peu habituel à son tempérament; c'était le pays dont parle Sénèque, et où *les rats mangent le fer* : *Venisti huc ubi mures ferrum rodunt*. Heureusement, la nature prévoyante a pourvu abondamment à l'appétit présumé des visiteurs de Quillebœuf. Indépendamment des troupeaux de Normandie engraissés dans le pays d'Auge et sur les rivages du Marais-Vernier, on a la chasse sur les bords de la mer, dans le marais, dans la plaine, sur les falaises et dans les bois; enfin la mer elle-même y répand son abondance ordinaire. Les gourmets y recherchent pour la qualité la crevette et l'éperlan, que les habitants du pays semblent mépriser à cause de leur trop grande abondance. « Monsieur, me disait le batelier qui nous transportait de Quillebœuf vers Lillebonne, et qui nous montrait une grande quantité d'oiseaux posés sur un banc laissé à sec par la mer, ce banc que vous voyez n'est pas un banc de vase, c'est un banc de gibier! »

Venons maintenant au régime des eaux dans cette partie de la Seine. La particularité qu'offre la marée dans la portion du fleuve comprise entre Quillebœuf et Caudebec consiste en ce que la mer, au lieu de monter, comme sur les côtes maritimes, par lames succes-

sives, se précipite ici par une vraie cataracte qui détruit tout ce qui se rencontre sur son passage. A l'époque de mes premières excursions à l'embouchure de la Seine, vers 1821, c'était à moitié chemin de Quillebœuf à Caudebec que cette cataracte, désignée vulgairement sous le nom de *barre*, se précipitait avec le plus d'impétuosité, détruisant et délayant les terrains qu'elle attaquait. On peut se faire une idée de l'effet que produit une cataracte de 4 à 5 mètres de hauteur, arrivant avec un bruit formidable sur une largeur de 600 à 700 mètres, et faisant tout à coup remonter le fleuve vers sa source avec la vitesse d'un cheval au galop. Dans ce temps-là, les remorqueurs à vapeur n'existaient pas encore; quand le vent et le courant venaient à manquer, tout bâtiment était forcé de rester en place, et il périssait infailliblement à la barre suivante. C'est ce qu'attestaient un grand nombre de mâts appartenant à des navires enfoncés sous les vases des bancs, et dont ces débris indiquaient la récente catastrophe. Aujourd'hui la force mécanique de la vapeur rend la navigation indépendante du vent et du courant, qui ne sont pas à la disposition de l'homme. Aussi ces signaux de funeste présage, ces mâts naufragés, ne se montrent aujourd'hui qu'en petite quantité. Personne alors n'avait essayé d'expliquer ce mouvement bizarre des eaux. On savait seulement qu'un effet de ce genre, sous le nom de *mascaret*, se produisait dans la Dordogne, où Bernard Palissy avait tenté d'en donner une théorie bizarre. Dans plusieurs rivières d'Angleterre, et notamment dans l'Humber et la Severn, ce mascaret porte le nom anglais de *bore*; c'est aussi le

nom qu'on lui donne dans le Gange. A l'embouchure de l'Amazone, cette crue de la mer par une cascade subite porte le nom de *pororoca*. Cette influence se fait sentir même sur des points où il n'existe pas de rivière, comme par exemple dans l'anse du Mont-Saint-Michel. Frappé d'étonnement à la vue de ces mouvements si curieux du flux de l'Océan, et comme dit Virgile,

Ingenti motu stupefactus aquarum,

je revins toutes les années contempler ces marées d'équinoxe, si singulières et si violentes. J'étais connu des habitants du littoral. Cela durà au moins un quart de siècle. Enfin, les travaux de M. Scott Russell ayant établi que les vagues marchaient bien moins vite dans une eau moins profonde, il me vint en tête que c'était sans doute à la diminution de profondeur de l'eau qui recevait la marée qu'étaient dus la vitesse moindre de l'eau arrivante et le déversement des vagues suivantes par-dessus les premières, qui étaient retardées dans leur marche. Ayant consulté à ce sujet M. Binet, de l'Institut, qui souvent veut bien mettre sa science mathématique *au bout de la mienne* (à peu près comme on mettrait le chemin de Marseille au bout du chemin de Versailles), j'appris que Lagrange avait déjà trouvé par la théorie ce que M. Russell avait constaté par l'expérience sur les marées de la Clyde. Il était donc évident que partout où des vagues qui se succéderaient rencontreraient de l'eau moins profonde, les premières vagues, retardées par la moindre profondeur de l'eau, seraient gagnées de vitesse par celles qui les suivraient,

et qu'il en résulterait la cascade que présente le flux arrivant dans une eau moins profonde. Ce n'est ni le resserrement de la rivière, ni la forme des bords, ni leur pente, qui influent sur le phénomène, car dès que le mascaret atteint un endroit plus profond, il cesse à l'instant, parce que les premières vagues qui arrivent dans cette eau plus profonde devancent les suivantes, au lieu d'être devancées par elles. Ceci explique encore pourquoi le long du cours de la Seine, et hors des localités où se produit le mascaret, il se manifeste de petits effets de barre et de fonte des prairies, de destruction d'estacades et d'autres travaux riverains : c'est que dans cette localité le fond va en se relevant graduellement; le flot, en y arrivant, est retardé dans sa marche et dépassé par les vagues qui suivent, et qui par conséquent retombent par-dessus les premières.

On cite plusieurs exemples de la terreur inspirée par le mascaret à des marins fort habitués à la mer. Un amiral se présente pour traverser la Severn au moment où le flot allait arriver; le batelier refuse de le passer, et ce n'est que d'après des ordres qui n'admettaient pas de réplique qu'il entreprend le trajet. L'embarcation, vivement ballottée par le mascaret, ayant surmonté le danger, l'amiral interdit demanda au batelier : « *Are lost any body here?* (ne se perd-il aucun corps ici?) » La réponse fut : « Non, milord; *aucun corps* ne se perd ici (*no body*), car à la dernière marée mon beau-frère s'est noyé, et à la basse mer suivante nous avons trouvé son corps. » L'équivoque n'était pas rassurante. Quant à moi, je puis affirmer qu'aucun des pilotes de Quillebœuf ni des bateliers d'Aizier ou de Vieux-Port

n'a voulu me prendre dans sa barque pour attendre le mascaret au milieu de la rivière. Lorsque je leur disais que je nageais très-bien, ils me répondaient que quand la barque, eux et moi nous aurions douze ou quinze pieds de vase par-dessus le corps, il n'y aurait pas de nageur qui pût se tirer de là.

Il est des terrains peu consistants, soit sablonneux, soit marécageux et argileux, où les hommes et les bestiaux s'enfoncent d'une manière périlleuse, et qui semblent absorber comme un gouffre les objets pesants placés à leur surface. Les vases et les bancs noyés de la Seine semblent être de cette nature. On a souvent entrepris de dispendieux travaux pour ramener en flottaison plusieurs navires submergés et envasés; jamais ces essais n'ont réussi. Les nouveaux endiguements de la Seine ont couvert une place où, à quelques mètres des quais de Quillebœuf, un navire de l'État, *le Télémaque*, expédié de Rouen aux États-Unis, périt corps et biens. L'époque de cette perdition coïncidant avec la crise révolutionnaire où devait s'abîmer, à la fin du dernier siècle, l'ancienne monarchie, l'opinion s'était accréditée dans le peuple que ce navire emportait loin de la France les trésors de la couronne. Aussi que de fables, que d'espérances excitées par la présence de cette coque de navire submergé! Là, vous disait-on en désignant une distance tout au plus égale à la largeur d'une rue de Paris, il y a des trésors à enrichir un roi! Vouloir essayer de déblayer la vase amassée dans le voisinage du navire, c'était vouloir, à cause de leur fluidité, retirer toutes les vases de la Seine, à moins de circonscrire l'espace occupé par le bâtiment, ce que la violence des

flots ne permettait même pas de tenter. Des essais, qu'on fit inutilement à plusieurs reprises, n'aboutirent qu'à *sauveter* quelques planches et quelques faisceaux de bois. On en conclut que ces objets peu précieux de chargement étaient là pour dissimuler la richesse de la cargaison inférieure. Enfin, il y a peu d'années, une société fut formée, et à grands frais les parties du navire que l'on pouvait atteindre furent cerclées en fer pour servir de point d'attache aux chaînes des flotteurs qui devaient soulever *le Télémaque* et ses richesses; mais la coque pourrie ne suivit point le bordage, et on vit s'évanouir les dernières espérances des chercheurs de trésors. J'ai vu moi-même l'agent préposé à ces travaux, qui, disait-on, ne voulait pas survivre à ce désappointement. En cela du moins, comme l'homme de la Fontaine, il fut servi à souhait par la fortune : dans une petite excursion à Aizier, à quelques kilomètres de Quillebœuf, ce malheureux, sautant à bas de sa barque, glissa sur la vase; il tomba à la renverse et se noya dans le lieu le moins dangereux du rivage. Je ne voudrais pas répondre que plus tard le sol consolidé de la place où gît *le Télémaque* ne fût fouillé aux dépens de nouveaux actionnaires, car, à la honte de la cupide espèce humaine, en fait de valeurs financières, la marchandise qui se vend le mieux, c'est l'espérance, et, d'après le peu de valeur que lui assigne mathématiquement la théorie des probabilités, aucune denrée n'est aussi chère. C'est du reste l'histoire de toutes les loteries.

Avant l'établissement des remorqueurs à vapeur, dès qu'un navire était arrêté sur un banc et que la barre

arrivait, il était déclaré en perdition; on l'attachait tant bien que mal aux arbres du cimetière avec des câbles d'un kilomètre de longueur, tout le monde descendait à terre, et on attendait l'effet de la chance, qui souvent était fatale. Il y avait ordre exprès d'abandonner le navire et de sauver l'équipage, comme si le naufrage eût déjà été accompli. J'ai plusieurs fois été témoin des efforts désespérés que faisaient les braves pilotes de Quillebœuf pour sauver des navires que le vent, le courant et surtout le brouillard amenaient dans une position critique. Un matin de forte barre, le brouillard s'étant dissipé, laissa voir un bâtiment en détresse chargé de bois, et sur lequel étaient huit personnes dans le plus grand danger. A l'instant même, plusieurs embarcations furent mises à l'eau, on attacha des câbles qui, mis au bout l'un de l'autre, faisaient plus de 4 kilomètres. Les premières tentatives ramenèrent à terre sept des huit hommes d'équipage. Le dernier, forcément abandonné, semblait devoir périr, lorsque huit pilotes vigoureux, avec un homme au gouvernail, faisant force de rames, parvinrent à accoster le navire en péril, et non-seulement purent sauver le huitième marin, mais encore amarrer le navire, et, suivant leur expression, « ramener le cheval à l'écurie. » Dans plusieurs de ces circonstances, j'observai qu'un câble fixé au rivage permettait à un bateau de remonter contre le courant, à peu près comme un cerf-volant remonte en sens inverse du vent, par l'effet même de l'impulsion de celui-ci.

C'est au temps des équinoxes de printemps et d'automne, le surlendemain de la nouvelle lune ou de la

pleine lune, que les effets du mascaret se font sentir le plus énergiquement(1). Un jour ou deux avant ou après le maximum d'effet, le mascaret est encore redoutable ; mais ensuite sa force diminue très-rapidement. Pour des peuples peu familiers avec les notions astronomiques et encore moins avec celles de la mécanique et de la physique, ce devait être un prodige inexplicable que de voir le mascaret détruisant les vaisseaux d'une expédition, mais seulement à certains jours et dans certaines localités. Cette circonstance a dû se présenter dans plusieurs des invasions normandes. Si à une époque de fort mascaret des vaisseaux ont été arrêtés entre Quillebœuf et Caudebec, ils auront péri au flux subséquent, tandis que ceux dont la pose aura été plus en amont ou plus en aval auront été épargnés, et par là auront fait croire à l'effet d'une volonté surnaturelle agissant contre les victimes.

On sait qu'Alexandre rencontra à l'embouchure de l'Indus un vrai *mascaret,* qui a été parfaitement décrit par Quinte-Curce, bien qu'il fût inexplicable pour lui. Il est curieux que cette observation, recueillie sur les traces du dévastateur des Indes, soit encore la seule que nous ayons sur les mascarets de l'Indus, tandis que ceux de l'Hoogly, l'une des embouchures du Gange, sont connus de tous les marins. Il y a tel Raoul ou Rollon ou Rou, arrivé récemment du Nord pour s'établir en Normandie, qui a dû rencontrer dans la Seine

(1) L'année prochaine sera signalée par de très-fortes marées, qui dépasseront de beaucoup celles de cette année-ci. Le maximum aura lieu le 25 septembre 1855.

tout juste les mêmes accidents que le vainqueur de l'Asie, Quant à décider lequel des deux était le plus en droit comme envahisseur de nations, je laisse ce soin à d'autres. Pour la férocité dévastatrice, je pense que le conquérant grec n'a point de rival parmi les chefs normands. Ceux-ci s'emparaient du pays pour s'y établir et le coloniser ; on voit, entre la route de Villequier à Lillebonne et la Seine, des communes encore organisées comme au temps de la conquête, où le laboureur habitant son champ même tenait d'une main la charrue et de l'autre l'épée qui lui avait conquis la terre. Dans ces curieux parages, il n'y a point d'agglomération en villages ou en hameaux. Chaque champ, chaque propriété a sa maison. La mairie, l'église, l'auberge, sont à distance, dans des enclos séparés. Les habitations couvrent toute la commune. En cas de guerre, se rendre maître de pareilles localités, dont la population est partout et nulle part, offrirait de grandes difficultés à des armées régulières, marchant en masse et offrant partout trop ou trop peu de force. Ce sont là des traces bien persistantes des mœurs anciennes ; du reste, dès que l'on quitte le littoral de la Seine, on observe que les populations des campagnes sont moins exclusivement de race normande pure. Ces observations m'ont été confirmées par un administrateur qui a été longtemps à la tête de l'arrondissement du Havre, et qui avait curieusement noté les traits distinctifs des populations de sa circonscription politique.

On a entrepris et en partie exécuté d'immenses travaux pour améliorer la navigation dans les dangereux parages de Quillebœuf. Le but général de ces construc-

tions est de resserrer le lit de la rivière, de manière à lui donner plus de profondeur en diminuant sa largeur. C'est ainsi que dans plusieurs rivières d'Écosse et même dans la Tamise, au-dessus de Londres, on a obtenu un flottage bien plus permanent à la basse-mer. Plusieurs personnes ont cru que l'on supprimerait en même temps la barre ou mascaret de la Seine. Sans doute, en donnant plus de profondeur aux eaux d'un fleuve dans une localité, on supprime l'arrêt des ondes en cet endroit ; mais on le reporte plus haut, au point où la profondeur diminue nécessairement, car il est impossible de donner à une rivière la même hauteur d'eau depuis son embouchure jusqu'à sa source. Les grands empierrements qui tracent un bassin restreint et plus profond à la Seine, en amont et en aval de Quillebœuf, ont donc reporté le point où s'opère la diminution de profondeur beaucoup au-dessus de cette ville, dans les environs de Villequier. Pendant bien des années, j'ai vu le mascaret atteindre sa plus grande force à Aizier, à moitié distance de Quillebœuf à Caudebec. Jusqu'ici aucune crise de mer n'est venue contrarier les travaux des ingénieurs des Ponts et Chaussées. La grande marée du commencement d'octobre 1854 a été accompagnée d'un si grand calme, que les digues en voie d'exécution n'ont point eu à souffrir.

Rien n'est plus satisfaisant pour le juste orgueil de l'homme intellectuel que de se figurer cette fourmi penseuse debout sur l'extrême langue de terre qui porte aujourd'hui le phare de Quillebœuf. Ce petit être imperceptible au milieu de la vaste enceinte des mers, des promontoires, des vallées, des marais, des plaines,

des falaises, a oublié le sentiment de sa nullité de taille dans ce grand monde physique. L'homme s'est dit : Cet Océan indomptable, je le dirigerai ; ces écueils mobiles, je les fixerai ou je les délayerai ; ces passes dangereuses, je les approfondirai ; ce mascaret destructeur, je le rendrai inoffensif. J'emprunterai aux escarpements des rochers pour endiguer les vases du fleuve, et, tout en travaillant pour la navigation, je conquerrai pour la culture des centaines d'hectares, dont la fertilité future honorera encore mes projets accomplis. Il l'a pensé, et il l'exécute. L'astronomie lui donne la mesure de l'effort des eaux de l'Océan, la physique les propriétés des matériaux qu'il doit employer et des agents qu'il doit combattre, la mécanique les moyens d'exploitation et de transport. Enfin il n'est pas jusqu'au terrible mélange chimique que le génie destructeur de la guerre a amené sur les champs de bataille, que l'homme n'ait plié à des usages philanthropiques. Avec la poudre de mine, il fait voler en gros éclats les falaises abruptes, dont les rocs détachés sont ensuite voiturés par de petites voies de fer improvisées jusqu'au point où elles doivent être submergées pour former plus tard une rive artificielle au bassin amélioré du fleuve. Depuis plusieurs années, des phares à feux fixes et à éclipses, des feux de port et de petits fanaux éclairent l'extrême cours de la Seine et les côtes voisines de l'Océan. Un philosophe de l'antiquité abordant une plage inconnue vit des figures de géométrie tracées sur le sable, et s'écria : « Courage, j'aperçois des traces d'hommes ! » En arrivant sur les côtes de France, nos phares sont pour le navigateur étranger des témoignages de civilisation avancée. Il est

poétiquement d'usage de faire entrevoir le temps où nos villes et nos monuments n'existeront plus que pour les antiquaires futurs. *Un jour viendra!* disent Homère et Virgile. Eh bien, moi, je dis qu'il ne viendra pas ce jour où une portion inintelligente et barbare de l'espèce humaine dominera et détruira la portion civilisée, forte de toutes les ressources que la science emprunte à la nature, pas plus qu'on ne verra le bœuf atteler l'homme la charrue et le chameau lui faire transporter des fardeaux à travers le désert.

L'observateur qui vient d'étudier à Quillebœuf tant de curieux phénomènes maritimes ou météorologiques trouve encore aux environs de cette ville d'autres spectacles non moins dignes de sa curiosité. En face de Quillebœuf s'ouvre, de l'autre côté de la Seine, l'embouchure d'une vallée fertile occupée par de riches pâturages, où l'on engraisse de nombreux bestiaux, où l'on élève de jeunes chevaux qui viennent curieusement et inoffensivement offrir leur crinière et leur cou aux caresses du passant étranger. Cet animal sociable et ami de l'homme, pour être ici en liberté, n'en est pas pour cela plus farouche. Là, les eaux rapides de la Bolbec se jettent dans la Seine après avoir prêté leur force motrice à de nombreuses usines et manufactures, et leur irrigation fécondante à la plus belle vallée que jamais la nature ait créée pour l'offrir à l'admiration du poëte et de l'homme d'Etat.

En remontant cette vallée, on arrive, au bout de quelques kilomètres, à Lillebonne, située sur la grande voie romaine qui de Rouen longeait le cours de la Seine au nord jusqu'auprès de son embouchure. Lillebonne

est un des points d'où partirent avec Jules César et avec Guillaume le Conquérant les expéditions dirigées contre l'Angleterre. Des tours normandes, restes du château du duc qui, en 1066, fut couronné roi à Londres, montent dans le ciel à une hauteur prodigieuse, et semblent avoir été inexpugnables avant la poudre de guerre et les canons. On pense avec effroi au ravage que devaient produire des pierres *ruées à contre-mont* du sommet de créneaux si élevés. J'ai bien des fois visité ces ruines pittoresques, dont une partie est tapissée d'un lierre gigantesque, le plus beau sans doute de tous ceux qui tapissent de nobles ruines; car il surpasse infiniment celui qui, à Jumiéges, garde le souvenir et le nom d'Agnès Sorel, cette femme qui a marqué son nom dans notre histoire autrement encore que par sa beauté. Aujourd'hui les ruines du château de Lillebonne, conservées et décorées par les soins d'un propriétaire artiste et homme de goût, avec des perspectives uniques, semblent n'avoir échappé à la main destructive du temps et des hommes que pour former un type de tout ce que l'art peut désirer.

Puisque je suis à Lillebonne, où Guillaume fit décider par les états de Normandie la conquête de l'Angleterre, je ne veux pas laisser échapper l'occasion de régler avec les Normands de classe moyenne un compte de vieille rancune relatif à leur expression ordinaire : *Du temps que nous appartenions à l'Angleterre!* Cette phrase avait toujours le don d'exciter en moi la mauvaise humeur la plus prononcée. « Comment! leur disais-je, vous étiez aux Anglais! mais....., c'étaient les Anglais qui étaient à vous! J'ai vu à Londres la rue du *Couvre-Feu*,

indiquant la place de la cloche qui après la conquête forçait les habitants de Londres à rentrer dans leurs maisons comme des poules au coucher du soleil. Après la mort du Conquérant, son fils aîné prit la Normandie et laissa, entendez-vous? *laissa* le royaume d'Angleterre au cadet. Les familles aristocratiques anglaises se vantent d'être normandes. J'ai vu près de Windsor, bâti en pierres de Caen, les habitants de la campagne porter encore le costume des paysans normands, et les mots officiels employés pour les relations entre le souverain et les chambres sont également encore en français. Apprenez votre histoire pour votre honneur!... » Le bas peuple de Lillebonne, en cela très-excusable, fait la plus complète confusion entre Jules-César et Guillaume, entre les ruines du château et celles du théâtre romain qui lui fait perspective. Je n'ose pas rappeler que dans notre récente excursion à Quillebœuf un homme de Lillebonne assez bien mis, que l'un de nous interrogeait sur les souvenirs du Conquérant, répondit qu'on « avait récemment retrouvé les *canons* de ce fameux guerrier. » Il n'y a donc pas de maîtres d'école en Normandie!

Encore quelques mots sur Lillebonne, cette belle perspective de Quillebœuf, lequel sert de même aussi de perspective à Lillebonne. Ici l'abondance des produits de la terre et des manufactures rivalise avec l'abondance des produits des côtes et de la pêche dans l'autre localité. Une jolie église élève vers le ciel une élégante flèche en pierre dont la teinte est celle du marbre blanc. Cette petite basilique, peu riche d'ornements, contient une seule sculpture qui représente en

bas-relief une *descente de croix* d'une admirable composition, où l'art du statuaire atteint, pour le dramatique, aux effets de la peinture; mais nous devons nous borner ici à considérer les effets des agents physiques sur les populations humaine, animale, végétale et minérale, ces quatre grandes existences du monde. Un de mes compagnons de voyage, qui a vu à loisir l'Italie, visitait avec nous l'immense théâtre romain de Lillebonne, où trente mille spectateurs pouvaient trouver place, et qui, comme beaucoup d'autres, a servi de forteresse au moyen âge; il ne le trouvait point inférieur à ceux de l'Italie et de la Gaule romaine. On admire les exploits de Jules-César, qui donna son nom à Lillebonne (*Juliobona*), et qui eut l'insigne honneur de vaincre trois millions d'hommes et d'en tuer un million. Les Romains sont en général admirés pour le grandiose des constructions qu'ils nous ont laissées; mais on prend leurs monuments en horreur, quand on se rappelle leurs guerres d'extermination, les populations entières réduites en esclavage et vendues pour enrichir les trafiquants romains qui faisaient la traite à la suite des armées envahissantes, quand on pense surtout à l'argent que fit César en Gaule, dans un pays pauvre, par la vente de nos ancêtres vaincus. La condition des esclaves publics appartenant aux villes, *servi publici*, était cent fois plus triste que celle des malfaiteurs condamnés aux travaux forcés de Brest, de Rochefort et de Toulon. Qu'on se figure le sort des habitants d'une ville grecque située dans un beau climat, avec les jouissances d'une vie délicate, les représentations théâtrales, la peinture, la sculpture, la poésie, la con-

templation de la nature et le culte des divinités mythologiques! Ils sont conquis et vendus par un général romain ignorant et avide, soit pour lui, soit pour le trésor public; ils sont envoyés au fond de la Gaule, encore sauvage de mœurs et de climat, pour y périr en bâtissant des monuments splendides, toujours aux fers, avec *huit* bouchées de pain par jour, parqués dans une prison infecte! Le théâtre immense de Lillebonne n'est pas encore déblayé, et les explorateurs des anciennes races humaines, sous la bannière du savant M. Serres, trouveront un jour dans l'ossuaire romain de Lillebonne des échantillons de bien des races étrangères à la Gaule avec les os des lions et des bêtes féroces qui les ont mises en pièces sur l'arène du théâtre. Au reste, toute l'histoire des Romains, si fatalement mêlée à la nôtre, est dans cette observation : *les Romains ne furent pas un peuple, ce n'était qu'une ville.*

On aurait lieu de s'étonner que le site de Quillebœuf fût aussi peu connu des touristes parisiens et étrangers, si l'on ne savait qu'il y a peu de temps encore cette petite ville était d'un difficile accès. Il fallait d'abord aller de Rouen à Pont-Audemer, et ensuite se procurer, comme on pouvait, une voiture, un cheval ou une chaise de poste, pour arriver à destination. Maintenant deux voitures au moins font le service avec la plus grande régularité, et pendant les mois d'été les deux bateaux à vapeur de Rouen au Havre y déposent commodément chaque jour les rares curieux qui sont tentés d'y passer quelques heures. Caton disait qu'il s'était toujours repenti d'avoir fait par eau un trajet qu'il pouvait faire par terre. Je suis de l'avis contraire,

sauf respect pour la vénérable antiquité, qui du reste n'avait pas nos bateaux à vapeur. Les touristes ne manquent pas de visiter le lac de Genève; ils ont remarqué l'agrément de ses bords élevés en collines pittoresques, et ils lui ont donné la préférence sur le lac de Constance, qui, quoique plus grand en réalité, ne le paraît pas autant à la vue à cause de l'abaissement de ses bords. Le bassin de la Seine à Quillebœuf est au moins égal en étendue au lac de Genève, auquel il ressemble par l'agréable saillie des collines et des caps boisés qui se mirent dans ses eaux, à la vérité rarement tranquilles; mais cette porte immense ouverte sur l'Océan et sur le monde, ces mille bâtiments marchant à la voile ou menés par la vapeur, cet envahissement de l'Océan à chaque demi-journée lunaire, les catastrophes même d'une navigation dangereuse, sont des spectacles inconnus aux riverains du lac de l'Athènes de la Suisse, dont la population est à peu près celle du Havre.

Lillebonne marque le terme de cette excursion à l'embouchure de la Seine. En quelques quarts d'heure, après avoir quitté la ville de Jules César, on atteint à Bolbec le chemin de fer, où volent les locomotives dues à un ingénieur français, M. Seguin, et, chose que les Romains n'eussent jamais pu croire, on se trouve à Paris *quatre heures après*. Quant à la nouvelle du départ du convoi, grâce au télégraphe électrique, qui est aussi dû aux travaux des savants français, elle est à Paris en moins d'une seconde. Cette voie, que nous indiquons pour le retour, est aussi la plus expéditive et la plus pittoresque pour atteindre Quillebœuf, car une

fois sur le bord de la Seine, un drapeau en permanence que le voyageur hisse au haut d'un mât fait arriver de la rive opposée un bateau qui le dépose sain et sauf sur les quais de la ville des pilotes.

La conclusion de l'étude de géographie physique dont Quillebœuf nous a fourni le sujet est facile à tirer. L'exemple de cette localité et des questions si variées qu'elle soulève doit engager les esprits sérieux à donner au public des monographies météorologiques servant de types pour le climat. C'est du climat que dépend en effet la production végétale et animale sur laquelle définitivement est basée la population. Des études historiques sur les diverses communes de la France ont été recommandées et en partie exécutées; les voyages agronomiques d'Arthur Young, si abondants en détails spéciaux, ont été fort utiles à la science. Les études des localités physiques considérées sous le rapport du terrain et du climat, de la vie végétale et animale, enfin de l'espèce humaine utilisant les minéraux, les plantes et les animaux, offriront de précieux matériaux que l'on coordonnera ensuite, et qui seront la pierre de touche des théories. Les réflexions suggérées par ces études porteront des fruits immédiats. Par ce qui a été fait, on pourra juger de ce qui pourrait et devrait être fait encore, c'est-à-dire présumer les améliorations possibles au physique et au moral. « Mais, dira-t-on, beaucoup de perfectionnements sont actuellement impossibles. » D'accord; toutefois l'opinion qu'ils sont désirables est une grande puissance. On rejette souvent une idée parce qu'elle est nouvelle, et qu'on redoute les essais et les déceptions : eh bien, cette idée

vieillira avec le temps, et pour attendre le moins possible, il faut se hâter de la faire éclore au jour de la publicité; il faut lui donner une date qui lui assure bientôt un âge convenable. La renommée des conquêtes est encore de nos jours la première de toutes, pour notre nation plus que pour toute autre. Combien n'y aurait-il pas à s'enorgueillir plutôt des progrès de l'organisation sociale dans notre pays, progrès qui en ont porté la population de 24 millions à 36, et qui nous ont ainsi *paisiblement* conquis une nouvelle France comparable à bien des États européens, tout en augmentant sa force et sa richesse! Pour les Français bien gouvernés administrativement, industriellement et scientifiquement, la plus fructueuse de toutes les conquêtes d'ici à bien des années encore, ce sera la *conquête* de la France!

(Novembre 1854.)

LA MÉDITERRANÉE.

LA MÉDITERRANÉE [1]

La Méditerranée, dont le nom signifie « mer entourée de terre de tous côtés, » n'est cependant pas isolée des grandes masses d'eau salée qui constituent l'ensemble des océans et qui occupent plus des trois quarts de la surface de notre globe, car elle communique avec l'Atlantique par un détroit à la vérité très-resserré, mais qui néanmoins autoriserait à la considérer comme une espèce de grand golfe par lequel l'Océan pénétrerait dans les terres de l'ancien continent pour baigner à la fois les côtes de l'Afrique, de l'Asie et de l'Europe. Il n'est guère de mer véritablement « méditerranéenne, » sinon la mer Caspienne, à moins qu'on ne veuille comprendre parmi les mers le lac ou mer d'Aral, la mer Morte, et quelques autres nappes d'eau salée de petites dimensions. La Méditerranée, qui n'est comparable en étendue ni à l'Atlantique, ni au Pacifique, ni même à la mer des Indes, est cependant, au point de vue histo-

(1) *The Mediterranean; a Memoir Physical, Historical and Nautical,* by rear-admiral William Henry Smyth; London, John W. Parker. 1854.

rique et politique, supérieure en importance à toutes les autres mers du globe.

L'Europe, l'Asie et l'Afrique peuvent la considérer comme étant la grande voie de communication entre les peuples riverains. Au midi, elle sert de base à l'Europe tout entière, sous l'Espagne, sous la France, sous l'Italie, sous la Grèce et même sous la Russie d'Europe, en y comprenant la mer Noire, qui en est une annexe que tous les géographes ont comprise dans le système méditerranéen. L'Asie touche la Méditerranée à l'occident par les côtes des provinces caucasiennes, par celles de l'Asie Mineure jusqu'à Alep, et enfin, de ce point jusqu'à l'Egypte, par les côtes de la Syrie et de la Palestine. L'Afrique, au nord, est entièrement bornée par la Méditerranée, comme l'Europe l'est au sud. Les diverses nations civilisées qui tour à tour ont fixé l'attention du monde ont été presque exclusivement riveraines de cette mer. L'Espagne, la France, l'Italie orientale et occidentale, la Grèce antique et ses immenses populations, la Syrie, la Judée et l'Arabie, qui ont dominé le monde par leurs religions et par leurs lois. enfin l'Égypte et les contrées africaines qui, sous les rois égyptiens, sous les Grecs et les Carthaginois, et plus tard sous la domination de l'islamisme, ont eu plusieurs civilisations, tout cet ensemble, dont l'histoire est presque exclusivement celle du monde entier, comprend encore, malgré le dépeuplement de l'Afrique et de l'Asie, la portion la plus puissante comme la plus civilisée du genre humain, puisque l'Europe seule pèse dans la balance par une population de 250 millions d'habitants et par la forte organisation des sociétés modernes.

Là, les sciences et les arts par lesquels on domine la nature, les lois par lesquelles on règle les forces sociales et le rapprochement des populations, assurent une prépondérance qui ne pourra plus tard être balancée qu'au moment où d'aussi puissantes agglomérations se seront formées dans d'autres parties du globe. Quand on voyage par la pensée tout autour de cette belle nappe d'eau, les noms historiques se pressent en foule, et jusqu'ici l'histoire des peuples voisins de la Méditerranée est presque celle du monde entier. Leur part dans ce qu'on appelle la gloire ne laisse presque rien en dehors d'elle pour le reste du genre humain. Il suffit de citer Carthage et l'Afrique occidentale avec toutes ses civilisations successives ; — l'Afrique orientale et l'Egypte sous les Pharaons, sous les Grecs, sous les Romains et sous les princes musulmans, tant sarrasins que turcs ; — l'Arabie et la Palestine avec la religion de Moïse, celle du Christ et celle de Mahomet ; — la Syrie et ses populations presque entièrement grecques ; — l'Asie Mineure, colonisée de même par les Grecs, depuis Chypre jusqu'au Phase ; — la Grèce avec ses mille petits États, depuis l'Èbre, à l'orient, jusqu'à l'Adriatique, à l'occident ; puis toute la péninsule italique, puis la Gaule méridionale, tantôt celtique, tantôt romaine, et maintenant française ; puis enfin l'Espagne, qui fit presque à elle seule tout l'empire de Charles-Quint. Les villes, les fleuves, les golfes, les promontoires, les détroits, les courants, les vents dominants, et tout ce que fournit la nature peut aider l'homme dans ses relations commerciales, les plus civilisatrices de toutes, tout est connu dans cette mer, tout y est célèbre, tout y a brillé, tout est resté dans la

mémoire des hommes. Pas un lieu qui n'ait une renommée, *nullum sine nomine saxum*. Carthagène, Marseille et Lyon; Gênes, Pise et Florence; Rome, Naples, Syracuse, Venise, Malte et Cythère; Lacédémone, Athènes, Constantinople, Smyrne, Rhodes, Alep, Antioche, Éphèse, Tyr, Jérusalem, Alexandrie et le Caire; Tunis, Alger : voilà les illustrations sans rivales de la Méditerranée depuis trente ou quarante siècles. Avant la grande découverte de Christophe Colomb, c'était à peu près le monde entier civilisé, à part l'Allemagne et l'Angleterre. On a remarqué depuis longtemps que le pouvoir et les lumières avaient constamment marché vers l'Occident. Des parages de l'Inde, de l'Égypte et de l'Asie Mineure, la force et l'intelligence étaient passées dans la Grèce continentale et insulaire, de la Grèce en Italie, puis de là en Espagne, en France et dans l'Allemagne occidentale, où elles semblent fixées pour longtemps. L'Angleterre, à l'extrême occident de l'Europe, est bien loin de donner un démenti à cette assertion. Espérons que, sans quitter l'occident de l'ancien monde, les principes organiques des sociétés européennes, la science et le travail, produiront de l'autre côté de l'Atlantique une autre Europe compacte de 250 millions d'hommes dans un pays supérieur au nôtre en étendue et en fertilité, et placé du reste dans des latitudes analogues. Espérons encore que la civilisation renaîtra dans l'est de la Méditerranée, qui lui a déjà servi de berceau.

L'amiral Smyth, qui sous le nom de « capitaine Smyth » avait rendu son nom célèbre comme astronome, comme hydrographe, ayant travaillé à la détermination des points

principaux des cartes de la Méditerranée, et comme navigateur civil et militaire, a eu l'heureuse idée de rassembler sous ce titre, *la Méditerranée*, tout ce que ses travaux et ceux de ses contemporains, comme aussi de ses devanciers, nous ont permis de recueillir sur ce vaste bassin, considéré par rapport à la terre entière, par rapport aux productions et au commerce des nations qui l'entourent, et surtout par rapport à leur caractère distinctif en général. Il décrit encore le climat, les vents régnants, les influences salubres ou malfaisantes de l'air dans chaque localité. Il donne des exemples et des applications de tous les principes qu'il établit. L'histoire et les sciences sont tour à tour mises utilement à contribution par M. Smyth. Le vent d'ouest, dominateur de nos latitudes, le mistral, le siroco, le levantin, la *bora*, le *libecchio*, la tramontane et les vents étésiens arrivent et se classent dans ce tableau, fortement conçu pour le plan et riche de détails innombrables. A côté d'un fait dont la date remonte à la Bible ou à Homère se trouvent des observations qui datent de la guerre anglo-française du commencement de ce siècle, et des explorations encore plus récentes de l'auteur et des marins français qui ont travaillé en même temps que lui et depuis lui à l'hydrographie de cette mer. M. Smyth est, comme il le dit d'un autre marin, homme de plume et d'épée. Comme il avait été toujours désigné dans le monde savant par le nom de capitaine (*captain*) Smyth, plusieurs personnes ne l'ont pas reconnu sous son nouveau titre, parfaitement mérité du reste, d'*amiral* Smyth. Ce grade semble presque avoir diminué la notoriété de son nom en la déguisant un peu. L'ouvrage déjà célèbre

de l'amiral William Henry Smyth, membre correspondant de l'Institut de France, publié en 1854, sous le titre de *la Méditerranée au point de vue physique, historique et nautique*, ne contribuera pas peu à reporter sur l'amiral la renommée du capitaine.

Pour donner une idée de ce travail ou plutôt de ce recueil, nous indiquerons d'abord les cinq importantes parties qui en constituent l'ensemble. La première, comme nous l'avons dit, se rapporte aux productions, au commerce et à l'industrie des différentes contrées riveraines de la Méditerranée depuis le détroit de Gibraltar jusqu'à l'extrémité de la mer d'Azof, en parcourant le bassin oriental et le bassin occidental de la Méditerranée séparés par la Sicile, entre l'Afrique et l'Italie, — puis en pénétrant, par l'Archipel, les Dardanelles, la mer de Marmara et le Bosphore, dans la mer Noire jusqu'au pied de la chaîne du Caucase, — enfin en arrivant par le Bosphore cimmérien jusqu'à la limite des eaux méditerranéennes, à l'orient de la Crimée. Dans ce vaste périple, que de peuples ont été, sont ou seront! Après les travaux de l'historien ou du géographe, quel vaste champ ouvert à ceux de l'homme d'État pour les intérêts présents et futurs des peuples et de l'humanité!

Plus spécialement consacrée à la mer elle-même, que l'auteur considère comme voie de communication et comme soumise aux lois générales de la physique du globe ou de la météorologie, la seconde partie comprend la température, les courants, les marées, le système des fleuves, l'évaporation et ce qui est relatif aux peuplades de poissons et d'êtres vivants qui habitent cette mer et en enrichissent diverses contrées. La profondeur

des eaux, l'aspect des rivages et les effets des volcans anciens et modernes sont décrits dans une juste mesure.

Dans la troisième partie se placent les questions relatives aux vents régnants, aux saisons et à la climatologie de cette mer avec tous les phénomènes de l'atmosphère, y compris les tempêtes, la pluie et les orages électriques.

La quatrième partie contient l'histoire des recherches géographiques qui ont établi les précieuses cartes actuelles de la Méditerranée, depuis les anciens jusqu'au moyen âge et jusqu'aux opérations modernes des Anglais et des Français. L'auteur a pris dans ces opérations une part aussi honorable qu'exempte de toute rivalité envieuse envers ses collaborateurs, et, au moment même où nous écrivons, la France les poursuit encore, pour ajouter à l'admirable catalogue des cartes de détail dues à l'amirauté française et à l'amirauté anglaise, depuis la forme des côtes et les dangers enregistrés jusqu'aux sondages qui nous ont fait connaître presque en chaque point la profondeur des eaux et les habitants qui les peuplent à divers étages.

La cinquième partie est plus spécialement technique; elle traite des longitudes et des positions géographiques, et se termine par une précieuse table des positions méditerranéennes, accompagnée de symboles indiquant pour chaque point les ancrages, les havres, les rochers, les dangers sous-marins, les écueils, les lieux où l'on doit se tenir sur ses gardes, les coups de vent qui peuvent menacer les navigateurs, la pente graduée ou escarpée de la côte, la nature du terrain qui la borde, les terres, les rochers, les bois qui sont en perspective, et

même les bandes d'oiseaux qui fréquentent telle ou telle localité. A la suite des positions de l'auteur sont celles du capitaine Gauttier, de la marine française, qui a travaillé plus à l'est, et jusque dans la mer Noire et dans la Crimée. Le nom de M. Daussy, chargé par le Bureau des Longitudes de la partie géographique de la *Connaissance des Temps*, se trouve honorablement cité dans cette partie du livre, aussi bien que ceux de MM. Deloffre et Mathieu. Ce dernier, actuellement parvenu au grade de contre-amiral et directeur du dépôt hydrographique de la marine française, est à la tête des travaux qu'exécutent nos ingénieurs-géographes conjointement avec les officiers de cette marine. Nous retrouverons bientôt les déterminations de profondeurs obtenues, d'après ses instructions, en octobre 1854, entre la Sardaigne et l'Algérie française, ainsi que dans le détroit de Gibraltar.

Après avoir rendu justice à l'œuvre de l'amiral Smyth, nous devons mettre sous les yeux de nos lecteurs les notions générales qui nous paraissent de nature à les intéresser spécialement.

Ainsi que nous l'avons dit, la Méditerranée se divise naturellement en deux grands bassins séparés l'un de l'autre par les deux détroits que forme la Sicile, l'un dans le voisinage de Carthage, du côté de l'Afrique, l'autre entre Messine et l'Italie. Le premier de ces bassins qui est à l'occident, communique avec l'Océan par le détroit de Gibraltar, entre les deux escarpements si célèbres dans l'antiquité sous le nom de *colonnes d'Hercule ;* mais comme le courant porte continuellement les eaux de l'Atlantique dans la Méditerranée, cette mer

est privée de toute issue extérieure, comme si l'on eût fermé le fameux détroit entre l'Espagne et l'Afrique. Le second bassin, ou bassin oriental, est deux fois le premier en étendue, si l'on y comprend l'Adriatique et l'Archipel; il reçoit au nord les eaux de la mer Noire, qui est un accessoire considérable, par un courant assez rapide qui traverse le Bosphore et les Dardanelles, et porte les eaux du Pont-Euxin au bassin oriental, comme, à l'autre extrémité de la Méditerranée, le courant de Gibraltar porte dans le bassin occidental les eaux de l'Océan. On remarque une grande différence entre le nord et le sud de cette immense nappe d'eau, car, tandis que les côtes méridionales qui bordent l'Afrique au nord sont peu tourmentées et n'ont que très-peu d'îles dans leur voisinage, les côtes septentrionales, notamment celles de l'Adriatique et de la Grèce, sont excessivement découpées, sinueuses et peuplées d'une infinité d'îles. Sous ce point de vue, la mer Noire est remarquable par l'absence complète d'îles proprement dites, à moins qu'on ne compte le petit rocher qui, à une certaine distance des bouches du Danube, porte le nom d'îles des Serpents. Quoique la Méditerranée appartienne par ses côtes aux trois grandes parties du monde ancien, on peut remarquer que l'Afrique, à cause du petit nombre de ses habitants, n'est presque rien parmi les puissances riveraines de la Méditerranée; dans notre siècle, pour créer de puissantes populations, il faut des lois protectrices du travail et de la propriété. Les mêmes causes ont aussi dévasté l'Asie. Au temps des Romains et des Grecs, les masses d'habitants que nourrissaient la Palestine, la Syrie et l'Asie Mineure

étonnent l'imagination. Aujourd'hui ces contrées, dépeuplées par l'islamisme, l'instabilité du sort des propriétaires du sol et des commerçants, et enfin par l'arbitraire des gouvernants, offrent le spectacle affligeant d'une terre privilégiée d'où l'homme semble ne retirer que le moins d'avantages possible. Au moyen âge, les côtes d'Afrique ont eu des cités florissantes et nombreuses que la guerre et la dévastation des chrétiens, des païens et des musulmans ont successivement détruites. L'occupation française, par les soins éclairés du maréchal Vaillant, fait entrevoir l'époque où les évêchés grecs de l'Afrique, si nombreux du temps de Genseric et de saint Augustin, seront remplacés par autant de diocèses français, avec une population proportionnée, en sorte que la France africaine puisse rivaliser avec la France européenne, comme autrefois l'Afrique grecque et romaine rivalisait pour les arts et la civilisation avec Rome et Athènes. Dans l'économie politique bien entendue, peupler son pays, c'est conquérir une nouvelle nation, de même que, dans l'économie agricole, fertiliser son domaine, c'est en acquérir un nouveau.

On a remarqué que la navigation de cette mer, comme celle de toutes les mers intérieures, est en général difficile, peu sûre et sujette à de grands coups de vent arrivant de l'intérieur des terres; les vents éthésiens ou du nord y dominent une grande partie de l'année, aussi bien que le vent d'ouest arrivant de l'Océan; il n'y a point, comme sur l'Atlantique et le Pacifique, des vents réglés favorables au commerce. Sous ce point de vue, la navigation à vapeur est non-seulement un avan-

tage, mais on peut même dire une nécessité pour les communications méditerranéennes. Malheureusement aucun des pays limitrophes ne fournit en abondance le charbon de terre nécessaire aux bâtiments à vapeur ; on peut s'en consoler d'après cette remarque déja anciennement faite, que les besoins rapprochent les peuples, et que le plus puissant moyen de civilisation a été l'échange des produits des différentes nations, qui les a forcément mises en rapports. Lorsqu'à la foire de Nijney-Novogorod en Russie, où les affaires se font par centaines de millions, les produits de la Chine, de la Sibérie, de la Tartarie, de l'Inde, de la Perse, de l'Asie Mineure et de la Grèce sont échangés pour les produits manufacturés de l'Europe, y compris les articles de chimie et de médecine, le mouvement matériel et intellectuel qui en est la suite surpasse infiniment l'effet de toutes les écoles de philosophie bouddhistes, musulmanes ou chrétiennes.

Quand on veut établir le bilan de la Méditerranée relativement à la plus importante détermination de toute mer, savoir, la quantité d'eau qu'elle contient, on ne trouve qu'une seule cause de perte, l'évaporation, tandis qu'elle reçoit le tribut des eaux de toutes les mers et terres environnantes, et de plus la pluie qui tombe directement sur son bassin. Outre ce qu'elle tire de l'Océan et de la mer Noire, l'Èbre d'Espagne, le Rhône de France, le Tibre d'Italie, mentionné ici seulement à cause de l'illustration de son nom, le Pô de Lombardie, l'Èbre de Thrace, et enfin le Nil d'Egypte, sans compter un grand nombre de fleuves sans importance, viennent s'y perdre. On peut expliquer cette grande éva-

poration en remarquant que les vents dominants sont ceux du nord, qui sont généralement des vents secs, puisque l'air contient d'autant moins de vapeur qu'il est à une température moins élevée. Or ces vents du nord, en se réchauffant sur la France, sur l'Italie et sur la Grèce, deviennent aptes à enlever une plus grande quantité d'humidité qu'ils portent enfin au-dessus des déserts de l'Afrique, de l'Arabie et de la Perse, pour aller produire au sud la saison des pluies tropicales. Quant au vent d'ouest, qui généralement est un vent humide, il n'arrive à la Méditerranée que par-dessus les montagnes de l'Espagne et de la France, où il dépose en grande partie son humidité ; ce dépôt est l'origine de la Guadiana, du Tage, du Douro, de la Gironde, de la Loire et du Rhône. Ce vent d'ouest arrive donc presque desséché au bassin de la Méditerranée. Suivons les importantes conséquences de ces principes.

D'abord on a pensé que le niveau de cette mer, admettant d'une part le courant de l'Océan, de l'autre celui de la mer Noire, devait être beaucoup au-dessous de ces deux mers, et par suite de la mer Rouge, laquelle communique au grand Océan par le détroit de Bab-el-Mandel. L'expédition française en Egypte avait constaté que la mer Rouge surpassait la Méditerranée d'environ 10 mètres. Ce résultat paraît avoir été infirmé par de nouvelles mesures, et notamment par celles de M. Bourdaloue. Au reste, un courant marchant avec la vitesse que produirait une différence de niveau de 10 mètres serait plus rapide que celui qu'on observe aux *colonnes d'Hercule* ou à l'Hellespont, dans le voisinage de Troie, et la preuve de la faiblesse comparative de ces courants,

d'ailleurs très-constants, se tire de cette considération, que les brises aériennes, quand elles sont un peu fortes, suffisent pour renverser à la surface le sens du courant dans ces deux localités. Je suis disposé à avoir une grande confiance en M. Bourdaloue, dont les recherches sont hautement appréciées. Cependant, quand on considère les anciens travaux des Egyptiens, qui établissaient l'égalité de niveau entre le Nil au Caire et la mer Rouge à Suez, et qu'on songe de plus qu'entre le Caire et les bouches du Nil le fleuve a une pente qui produit, par le choc de ses eaux contre celles de la mer, les *boghaz* si poétiquement décrits par Homère, on en conclura naturellement que, si le résultat de l'expédition scientifique de l'Egypte était peut-être un peu exagéré en plus, les nouvelles déterminations le sont peut-être en moins. L'amiral Smyth attribue à l'action d'un vent soutenu des variations de niveau ou *dénivellements* de plusieurs mètres, et comme l'action de ces vents est comparable à l'action des courants qu'elle renverse souvent, on doit en conclure que les courants, qui sont de même force que les vents, peuvent correspondre aussi à des dénivellements de plusieurs mètres. Nous dirons en général cependant que les grands nivellements français de Dunkerque à Perpignan, et de l'Océan à la Méditerranée, par la vallée de la Garonne et de l'Aude, n'ont donné aucune différence sensible de hauteur entre la Méditerranée et l'Océan, pas plus qu'en Amérique on n'en a constaté entre le Pacifique et l'Atlantique des deux côtés de l'isthme de Panama. Là comme ailleurs, ce que nous ne savons pas, nos descendants le sauront ; mais il y a un mérite considérable à pouvoir leur indi-

quer dès ce jour ce qu'ils auront à rechercher : on a dit depuis longtemps qu'une question bien posée était plus qu'à moitié résolue.

Puisque la Méditerranée reçoit de l'Océan et de la mer Noire des eaux salées qui n'en sortent que par l'évaporation, c'est-à-dire en y laissant toute leur salure par une vraie distillation, il est évident que, d'année en année, la salure de ses eaux doit augmenter. Nous sommes naturellement portés à nous plaindre de ce que les Grecs, il y a vingt-cinq siècles, n'ont pas déterminé la salure des eaux de leur mer, loin des courants fluviatiles. Ils pourraient à juste titre récriminer contre nous en nous demandant si nous-mêmes aujourd'hui nous avons pourvu à l'instruction de la postérité, en fixant pour notre époque ces données de la nature. L'ouvrage de M. Smyth, si complet du reste, nous montre la pauvreté actuelle de la science quant à cet important point de la géographie physique. Voici la maigre table des résultats connus jusqu'ici. En prenant l'eau douce de pluie pour point de départ, ou bien l'eau que donne la distillation, on trouve en général que l'océan Atlantique est plus lourd que l'eau douce d'environ 28 millièmes, et que dans les localités suivantes l'eau de la Méditerranée, aux profondeurs indiquées, surpasse la même eau douce du nombre de millièmes suivants. Les profondeurs sont marquées en brasses anglaises de 6 pieds, qui équivalent chacune à $1^{m},629$.

LOCALITÉS.	PROFONDEUR en brasses angl.	EXCÈS DE POIDS en millièmes.
Détroit de Gibraltar.....	250	30
A 50 milles en déçà du détroit.....	610	129
Devant Marseille.	à la surface.	27
Entre l'Espagne et les îles Baléares.	8	27
Entre Minorque et la côte de Barbarie	450	29
Entre Carthagène et Oran.....	400	30
Entre la Sardaigne et Naples.....	60	29
A l'embouchure de l'Adriatique...	45	29
Entre Malte et Cyrène.....	60	28
A l'entrée de l'Hellespont.....	34	28
A l'embouchure du Bosphore.....	30	14
La mer Noire.....	à la surface.	14
L'Océan en général.....		28

La mer Noire, ce grand bassin isolé de la Méditerranée, est sensiblement moins salée que celle-ci, puisque son excédant de poids sur l'eau douce n'est que la moitié de celui de l'Océan, savoir 14 au lieu de 28. La raison de cette différence est évidente. Cette mer, d'une étendue restreinte, reçoit d'immenses cours d'eau : le Danube, le Dniester, le Dniéper ou Borystène, le Don ou Tanaïs, le Kouban ou Hypanis, et enfin le Phase et les petits fleuves de l'Asie Mineure, qui ont perdu depuis longtemps leur nom grec et leur célébrité; c'est donc une masse d'eau douce qui vient se mêler à ces eaux salées, et qui ressort par un trop-plein dans la Méditerranée au moyen du Bosphore et de l'Hellespont. Lucain dit très-poétiquement que la Propontide, qui porte le poids de l'Euxin, se précipite par une étroite embouchure dans la Méditerranée :

Euxinumque ferens parvo ruit ore Propontis.

Il doit s'ensuivre que la salure de cette masse considérable d'eau doit aller continuellement en diminuant, puisqu'elle reçoit sans cesse de l'eau douce tout en versant de l'eau salée par le Bosphore. Si les Argonautes ou les Grecs du temps d'Aristote en eussent déterminé la salure exacte, nous aurions aujourd'hui un moyen de plus pour vérifier l'âge du monde, c'est-à-dire l'époque où s'est établi l'ordre actuel des choses. En effet, puisque la salure de la mer Noire n'est que la moitié de celle de l'Océan, on pourrait calculer combien il a fallu de temps pour ce dessalement partiel, sachant que depuis un certain nombre de siècles il se serait opéré une certaine déperdition de salure. En général, tous les lacs à écoulement qui sont traversés par des eaux douces se sont ou complétement dessalés, ou diminuent graduellement leur quantité de sel, tandis que ceux qui n'ont point d'issue, comme la mer Morte, la mer Caspienne, le lac d'Aral et autres nappes d'eau confinées, voient au contraire augmenter leur salure de plus en plus. Parmi les lacs d'eau douce ou plutôt parmi les lacs maintenant complétement dessalés, on peut citer le lac de Genève, traversé par le Rhône, et le lac de Constance, traversé par le Rhin, et, sur une plus grande échelle, les immenses lacs de l'Amérique du Nord, traversés par le fleuve de Saint-Laurent. Entre la Sibérie et la Chine, pour le lac Baïkal, dont les eaux douces sont d'une pureté extrême, la salure primitive et l'origine maritime sont mises hors de doute par la présence de phoques et d'autres animaux marins qui se sont peu à peu acclimatés dans ces eaux devenues graduellement douces. Au contraire, la mer Morte

et le lac d'Ourmiah sont excessivement salés et paraissent augmenter graduellement en matières salines par ce que leur fournissent leurs affluents. L'excès de poids de l'eau de l'Océan étant de 28 millièmes, comme nous venons de le dire, l'eau de la mer Morte offre un excès de poids huit fois plus grand, c'est-à-dire 240 millièmes. Quand on pense qu'à l'opposé du Jourdain, la vallée d'El-Ghor, entre cette mer et la pointe voisine de la mer Rouge, est bordée par des montagnes de sel deux ou trois fois aussi hautes que notre Montmartre, et qui sont formées de sel comme Montmartre l'est de plâtre, on concevra qu'à chaque saison de pluie les torrents d'eau salée qui viennent s'y perdre y laissent à perpétuité leurs dépôts salins, que n'enlève point l'évaporation, laquelle, comme la distillation, ne sublime dans l'atmosphère que de l'eau parfaitement pure. Pour le lecteur peu habitué aux considérations physiques, je dirai qu'on ne se fait pas une juste idée de l'énorme quantité d'eau que peut enlever cette puissante cause de déperdition. Lorsque, pour la défense des places fortes (comme notamment à Metz en 1813 et 1814), on barre le cours d'une rivière, on se figure qu'on va produire une véritable mer intérieure. L'étendue de la nappe d'eau qui en résulte n'est pourtant que celle d'un vaste étang ou d'un très-petit lac, et si le Rhône et le Rhin, en traversant le lac de Genève et celui de Constance, ne sont pas épuisés par l'immense évaporation de ces belles nappes d'eau douce, c'est qu'ils reçoivent par des sources de fond bien d'autres eaux que celles des fleuves qui les traversent.

Nous avons déjà eu l'occasion (1) de mentionner les travaux analogues du savant ingénieur M. Belgrand, chargé de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen. Dans la partie inférieure de son cours, à partir de la chute de l'Oise, la Seine reçoit si peu de cours d'eau considérables, que l'évaporation seule de son lit suffirait du reste pour épuiser complétement toute l'eau qui passe sous les ponts de Paris; de même, si en amont de la capitale, à la hauteur de Charenton, au-dessous de la jonction de la Marne et de la Seine, on construisait une immense digue reliant transversalement les hauteurs de droite et les hauteurs de gauche, bien loin de produire un lac égal à celui de Genève ou de Constance, on n'aurait qu'un petit lac bifurqué, recouvrant seulement les plaines basses d'alluvion des deux rivières arrêtées. Il est honorable pour la puissance de l'industrie moderne que ces suppositions ne soient aucunement des hypothèses impraticables. J'ai déjà dit combien, dans les salons de Paris et dans les conversations de société, on acquiert de science positive, quand on sait écouter, interroger et se souvenir. Un jour qu'il était question des fontaines artificielles et en même temps des admirables travaux du génie civil à Paris pour le canal Saint-Martin (œuvre qui n'est pas assez admirée), pour l'île des Cygnes, pour les îles et les quais de la Cité, quelques personnes élevaient des doutes sur la possibilité de certains travaux hydrauliques qui faisaient le sujet de l'entretien. « Eh! messieurs, s'écria le modeste M. Séguin, songez

(1) Voyez l'Étude sur Quillebœuf, page 185.

donc qu'à Lyon j'ai pu maîtriser le Rhône et lui tracer des quais qu'a respectés cette redoutable rivière. » Avec les progrès de l'industrie mécanique et physique, que ne feront pas nos descendants !

Une question bien posée, avons-nous dit, est plus qu'à moitié résolue; nous devons donc saisir l'occasion de demander aux hommes de capacité, de loisir et de fortune convenable, comme aussi aux gouvernements et aux administrations locales, des travaux purement scientifiques. La Tamise a été sondée de Londres à la mer, et la Seine est aussi assez bien connue pour la profondeur de son lit ; pourquoi n'avons-nous point la carte détaillée des sondages du lac de Genève et la topographie de son bassin, tel qu'il paraîtrait si toute l'eau en avait été enlevée, et que ce fût une vallée à ciel découvert? La question, si l'on veut, n'est pas de moi ; mais je saisis l'occasion de la proposer de nouveau, surtout en y joignant la notice des terrains sous-jacents, tant primitif qu'alluvionnaires ; l'importance de l'étude des eaux à différentes profondeurs s'accroît encore de cette considération nouvellement introduite dans la science, que les plantes, les coquillages, les mollusques, les poissons, et en général tous les êtres vivants varient suivant la profondeur de l'eau douce ou salée, de même que le long des flancs des montagnes de l'équateur, la végétation et aussi les espèces animales varient depuis les peuplades tropicales jusqu'à celles des zones tempérées et de la Norwége ou de la Sibérie. La météorologie du fond de la Méditerranée, si différente de celle des plaines ou des vallées continentales, pour être plus difficile à connaître, n'en est pas moins

curieuse. L'ouvrage de l'amiral Smyth donne l'énumération des produits ichthyologiques de cette mer ; mais l'influence de la profondeur, d'ailleurs bien indiquée dans l'ouvrage, n'y est pas mise en ligne de compte, quoiqu'il ait très-bien établi que, d'après la profondeur des mers qui les entourent, la Sardaigne et la Corse sont, suivant lui, de véritables îles marines, tandis que la Sicile, à peine séparée de l'Italie et de l'Afrique par des mers peu profondes, est, suivant son expression pittoresque, une île continentale, c'est-à-dire une île tenant au continent par des terrains à peine submergés. En suivant cette nomenclature, on peut dire que l'Angleterre est, par rapport à l'Europe, une véritable île continentale, puisqu'elle n'est séparée de la France que par un canal de quelques centaines de mètres de profondeur, tandis qu'en dehors des deux Finistères anglais et français, la sonde n'atteint pas le fond à plusieurs milliers de brasses. On peut prendre pour terme de comparaison la mince couche d'eau qui couvre les parapets des ponts de la Seine pendant la pluie, comparée à la profondeur d'eau de la rivière elle-même, et on sera encore au-dessous de la vérité.

Pour en finir avec la question relative à la quantité d'eau de la Méditerranée, nous dirons qu'en certaines localités, même loin des embouchures des fleuves et des dépôts qu'ils charrient dans la mer, on remarque certaines étendues de terrain qui semblent avoir été abandonnées par la mer, tandis que celle-ci a gagné sur d'autres points. Ce fait se rapporte à une question bien plus générale, que nous ne pouvons examiner ici dans toute son étendue, savoir, le changement de forme de

la terre quant à son noyau et à sa surface. Lors de la catastrophe, comparativement récente, qui a fait surgir les continents et déprimé le bassin des mers, un brusque changement a eu lieu dans l'aspect de notre globe ; mais ensuite les mêmes effets ont dû continuer à se produire sur une échelle infiniment moindre, et cependant, sensibles pour l'homme à cause de sa petitesse, ces changements sont surtout apparents à la limite de la terre et des eaux, qui nous donnent un nivellement perpétuel des côtes. Toute la partie occidentale de l'Europe se soulève ainsi graduellement, comme j'ai pu le constater par plusieurs renseignements authentiques. Le soulèvement des bords de la Baltique est connu et constaté depuis longtemps. Sur les côtes de France, qui s'enfoncent sous l'Océan par une pente douce et graduée, le moindre soulèvement est révélé par une retraite apparente de la mer, de même que les marées sur les côtes peu escarpées avancent ou reculent à de grandes distances. Dans les terrains disloqués et dont les assises brisées ne forment pas de masse continue, comme dans la Suisse, la Calabre et une partie de la Grèce, souvent une portion de terrain s'élève, tandis que la partie voisine s'abaisse. Je ne parle pas ici des terrains volcaniques, essentiellement portés sur un fond fluide de chaleur, dont les éruptions amènent une partie à la surface. Rien de plus célèbre que l'*aventure* du temple de Sérapis à Pouzzoles, dont les colonnes sont descendues au-dessous du niveau de la mer, ont été percées par les pholades et les vers lithophages, et, par la suite des siècles, se sont relevées de telle sorte, que la mer aujourd'hui baigne à peine leurs piédestaux. Je crois

savoir, par les travaux de M. Capocci, astronome de Naples, que les débris du temple semblent disposés à s'enfoncer de nouveau sous la mer, pour y recommencer la bizarre pêche aux pholades qu'ils ont déjà exécutée entre le siècle des Romains et le nôtre ; c'est aussi l'opinion de M. Smyth, qui du reste fait très-bien observer que dans la Méditerranée les soulèvements sont bien plus nombreux que les enfoncements.

L'étude de la profondeur des mers semble à beaucoup de personnes un objet purement scientifique, et comme le vaisseau de guerre le plus grand et le plus chargé d'artillerie ne s'enfonce pas à plus d'une dizaine de mètres de profondeur, il leur semble que toute mer ou toute masse d'eau qui surpasse cette quantité est inutile à sonder. D'après la coupe du détroit de Gibraltar, insérée dans l'ouvrage de l'amiral Smyth, la profondeur du détroit dans son milieu n'excède guère 60 brasses anglaises (environ 110 mètres); mais cette donnée est importante pour la théorie du courant qui coule de l'Atlantique dans la Méditerranée, car une si petite profondeur admettrait difficilement le contre-courant dont on a souvent supposé l'existence pour expliquer comment la Méditerranée, recevant continuellement les eaux salées de l'Océan, n'augmente pas de salure, ce qui du reste n'est aucunement prouvé.

Dans la table donnée plus haut des quantités de poids de l'eau de mer, on trouve en général une salure plus grande que celle de l'Océan quand on est à une grande profondeur. L'excès de salure observée en dedans du détroit à six cent soixante-dix brasses semble difficile à expliquer, tandis que les faibles salures observées près

de la surface en dehors de Marseille et près des Baléares sembleraient indiquer que l'eau des fleuves, se mêlant et se confondant difficilement avec l'eau salée sur laquelle elle s'étend, est promenée à la surface, dans un faible état de salure, à des distances considérables de l'embouchure de ces mêmes fleuves. L'Amazone, l'Orénoque, la Plata, l'Indus, le Gange et les rivières du pays de Siam dessalent l'Océan à sa surface à d'immenses distances dans la saison des crues. Le Rhône, le Pô, le Nil, sont cités pour la même particularité par M. Smyth. S'il était aussi commode de retirer le sel de l'eau de mer que d'en prendre la température, on reconnaîtrait à la surface de la Méditerranée l'origine des eaux que les courants y promènent d'une manière vagabonde d'après la quantité de sel dont elles sont imprégnées. Nous reviendrons tout à l'heure, à propos des courants, sur cette faible salure observée en dehors de Marseille et le long de la côte d'Espagne. Elle provient évidemment du Rhône et de l'Èbre; mais en quelle saison a-t-elle été constatée?

Parmi les applications étonnantes de la science à l'industrie, on peut citer les câbles sous-marins des télégraphes électriques, qui porteront à la postérité le nom de M. Bret. Le câble qui traverse le pas de Calais a été suivi de deux autres communications de l'Angleterre avec le continent : l'une par la Belgique, l'autre par la Hollande. Tout en regrettant de voir que la France ne prenne aucune part à l'établissement de la ligne qui va d'Europe en Afrique par le golfe de la Spezzia, la Corse, le détroit de Boniface, et ensuite de la Sardaigne à la côte d'Afrique, en passant par la petite île de Galite,

nous dirons que c'est à la marine française que l'on doit la reconnaissance du fond de la mer entre la Sardaigne et l'Afrique. M. le contre-amiral Mathieu a bien voulu nous communiquer plusieurs des beaux résultats obtenus par son active initiative dans plusieurs parties de la Méditerranée. On suit avec intérêt (je n'ose dire avec bonheur) le profil du fond des mers qui atteint en certains endroits près de 2 ½ kilomètres, et qui cependant n'offre point d'escarpements ni de précipices, comme on en rencontrerait au débouché du canal de la Manche en entrant dans l'Océan, et même, d'après quelques indications fournies par les sondages de M. Smyth, la même plongée abrupte s'observerait en dehors du détroit de Gibraltar. En jetant les yeux sur ces documents, qui sont l'œuvre de MM. Darondau et Lecoat de Kerveguen, on est tout étonné d'y voir la date d'octobre 1854. Sous la direction du même amiral français, et d'après ses instructions, d'autres observateurs relèvent et sondent le détroit de Gibraltar, et vont résoudre enfin, au grand honneur de la France, les questions si controversées des courants de ce fameux détroit. La difficulté de retirer des eaux d'une grande profondeur, sans mélange avec les eaux supérieures, nous fait craindre que les questions relatives à la salure dans ces parages ne soient encore ajournées.

Passons à la question des marées. Tout le monde répète qu'il n'y a point de marées dans la Méditerranée, si ce n'est dans le voisinage du détroit de Gibraltar, où se propagent celles de l'Atlantique. L'amiral Smyth combat victorieusement cette assertion, tout en convenant que l'action des vents, de la pression atmosphérique

et des courants maritimes ou fluviatiles peut produire des effets comparables ou même supérieurs aux effets de la marée. Après l'observation des Grecs sur les mouvements singuliers de l'Euripe entre l'Eubée et la côte d'Aulide, mouvements auxquels les Grecs ont attaché la renommée qui suivait toutes leurs paroles, et mettant de côté l'anecdote très-apocryphe d'Aristote se précipitant dans ce détroit de désespoir de ne point trouver la théorie de ses agitations, nous dirons qu'à Venise, au fond du golfe Adriatique, les marées, renforcées par le resserrement local, sont très-sensibles et souvent dépassent un mètre. Il est vrai que l'action du vent est augmentée dans la même proportion; mais en s'aidant d'observations faites dans les pleines et dans les nouvelles lunes et pendant des temps calmes, Toaldo nous a donné de bonnes études des influences des actions de la lune et du soleil sur le niveau de la mer dans ces localités. Alexandrie d'Egypte paraît avoir des marées d'au moins un demi-mètre, dont l'ignorance a été fatale à l'époque de la bataille d'Aboukir, en éloignant l'idée de la possibilité de mettre la flotte à l'abri. L'amiral Smyth cite encore d'autres localités où l'influence luni-solaire n'est pas douteuse. On voit avec étonnement qu'il attribue certains courants du détroit de Messine à l'action des marées; il en résulterait que les deux grands bassins de la Méditerranée verseraient tour à tour leurs eaux à l'orient ou à l'occident, et que par cet étroit passage l'effet des dénivellements deviendrait bien plus sensible.

Je ne puis m'empêcher de citer les belles paroles de Newton sur ce point intéressant des mouvements des

marées en général. « Tandis que dans les mers ouvertes l'élévation des eaux est en proportion avec la force soulevante de la lune et du soleil, et ne monte qu'à quelques pieds, dans les localités restreintes, au contraire, la vitesse acquise par les eaux, tant pour le flux que pour le reflux, ne peut être détruite qu'après que la mer s'est élevée à trente, à quarante pieds, même à cinquante et au-dessus. » Newton fait preuve ici comme ailleurs d'une grande habileté dans le choix des expressions de la langue latine, et il cite plusieurs des ports de la Manche, tant sur la côte anglaise que sur la côte française, où les marées sont énormes. Nous ajouterons qu'il eût pu citer les marées de cent et cent vingt pieds qui s'observent dans la baie de Fundy au Canada, dans les anciennes possessions françaises. On peut rendre à l'amiral Smyth la justice qu'il ne lui échappe dans son ouvrage aucun trait de rivalité nationale contre la France militaire ou scientifique, et cependant il est un des officiers qui ont tenu le plus longtemps la mer dans le blocus des côtes de France qui a précédé 1815. On aime à lire dans le paragraphe relatif à nos côtes méditerranéennes ces mots encadrés dans la suite du discours : « La France, ce pays tour à tour royaume, république ou empire, mais toujours puissance de premier ordre. » Qu'on nous permette d'ajouter que c'est surtout sous son nouveau titre que nous devons espérer aujourd'hui que la France ne déchoira pas.

En général, il nous semble que l'influence du vent a été un peu exagérée dans les estimes du savant amiral. Des soulèvements de dix ou douze pieds anglais nous paraissent difficiles à admettre, tandis que si une par-

tie considérable de la Méditerranée, par exemple le golfe de Lyon, est déchargée d'une certaine quantité de la pression barométrique, toute l'eau environnante affluera dans ce point, où la contre-pression ne fera plus équilibre, et alors, par un temps calme, dans le silence des vents et des orages électriques, la mer montera par un de ces soulèvements assez rares et assez peu destructeurs sur nos côtes, mais qui, dans les parages de l'Inde, poussent à l'embouchure du Gange de vraies cataractes qui couvrent la plaine à une immense distance, en engloutissant les hommes et les animaux et en rasant au niveau du sol toutes les habitations, tous les travaux agricoles. Ces *raz* de marées ont paru tellement étonnants, qu'on les a souvent attribués au mouvement que les tremblements de terre imprimaient au fond de la mer; j'ai même partagé longtemps cette opinion, qui peut-être dans quelques circonstances expliquerait certaines particularités, si du moins les indications du vent et du baromètre n'indiquaient une cause plus naturelle. Dans la riche collection de faits cités par l'amiral Smyth, on trouve un certain nombre de secousses ressenties à bord des vaisseaux non plus par des tremblements de terre, mais bien, suivant l'expression de l'auteur, *par des tremblements de mer*. Remarquons ici que les mouvements barométriques de la mer, constatés par M. Daussy d'après les observations des grandes marées de l'Europe occidentale, ne sont qu'une très-faible partie des marées de l'Atlantique, tandis que dans la Méditerranée ces effets sont de même ordre et de même grandeur que ceux de la marée elle-même. Que dire de cet ensemble de documents? Ce sont toujours des questions posées,

des questions bien posées; les chercheurs scientifiques qui observeront dans chaque localité en fourniront plus tard la solution. Le mérite dans les sciences n'est pas de savoir, mais de savoir le premier. Un armateur du Havre ou de Dieppe envoie un bâtiment à New-York, ou à Terre-Neuve, ou aux grandes Indes, sous la conduite d'un patron qui certes n'est ni un Christophe Colomb, ni un Vasco de Gama, et celui-ci accomplit cette traversée fort obscurément, mais bien plus sûrement que ces illustres navigateurs. « C'est quelque chose, dit Horace, que d'arriver jusqu'à un certain point quand il est impossible d'aller plus loin. »

Est quoddam prodire tenùs, si non datur ultra.

On doit légitimement ajouter au mérite des découvertes, même incomplètes, une part de la gloire que ces tentatives ont permis de recueillir aux successeurs de ces premiers inventeurs, sans lesquels les découvertes subséquentes n'auraient pas été faites. L'orgueilleux Charles-Quint, qui avait supprimé le *non* dans la fameuse devise de l'antiquité sur les colonnes d'Hercule, *non plùs ultra*, ne s'est enrichi des dépouilles du Mexique et du Pérou, et n'a possédé la mer Pacifique par les Fernand Cortez, les Pizarre et les Balboa, qu'après les tristes expéditions de ce Christophe Colomb, qui, suivant son épitaphe, ne reçut qu'une prison en échange d'un monde, et des fers pour une couronne qu'il avait donnée à l'Espagne. A mesure que la civilisation fera des progrès, l'équitable postérité fera une meilleure part aux inventeurs, et les archives du genre humain conserveront avec reconnaissance les noms de

ceux qui, par leurs travaux, ont été véritablement les bienfaiteurs de l'humanité, en mettant la force du côté de l'intelligence et réalisant ainsi ce vieil apophthegme : savoir, pouvoir !

Autant les lois de la mécanique se déploient majestueusement et complétement dans les courants qui sillonnent les grands océans, et qui font naître cinq grands circuits d'eaux chaudes et d'eaux froides dans l'Atlantique du nord, dans l'Atlantique du sud, dans l'océan Pacifique du nord, dans l'océan Pacifique du sud, et enfin dans la mer des Indes, autant il est difficile de bien reconnaître les courants de la Méditerranée, resserrés dans deux bassins limités, contrariés par les vents, influencés par les fleuves qui s'y jettent, par les eaux qui arrivent de l'Océan, et enfin par celles qui descendent de la mer Noire. La belle carte des courants de M. Duperrey n'indique que le courant du détroit de Gibraltar. L'ouvrage de l'amiral anglais, tout en comprenant l'ensemble des notions que l'on possède en 1854 sur cette question, n'en est pas moins, comme il le remarque lui-même, bien au-dessous des exigences de la science moderne. Essayons de rattacher ces courants à la même théorie qui nous a donné le secret des mouvements généraux de ces grands océans qui ne laissent aux continents qu'un quart au plus de la surface du globe.

Rappelons d'abord que toute masse fluide d'air ou d'eau, transportée vers le sud, y arrive, à cause de la rotation de la terre, avec une vitesse moindre *vers l'est* que celle des lieux où elle aborde, et que par suite elle doit se porter vers l'ouest, tandis qu'une masse qui re-

monte vers le nord y porte un excès de vitesse *vers l'est*, et par conséquent tend à se diriger vers l'orient. Ainsi les eaux du Rhône et de l'Èbre de l'Espagne, en descendant vers le sud, doivent prendre sensiblement vers l'ouest et raser les côtes d'Espagne; c'est ce qui explique la moindre salure observée entre les Baléares et la côte de Valence; c'est encore ce qui explique pourquoi, dans le courant rapide des Dardanelles, les eaux de la mer Noire suivent la côte d'Europe de préférence à la côte asiatique. De même le courant du Nil, qui marche en sens contraire, se porte à l'est, et il longe les côtes de Syrie. Il semble donc s'établir une espèce de circuit qui, dans le bassin du levant, suit la côte d'Asie, et, tournant ensuite à l'occident, vient rejoindre les eaux fournies par la mer Noire. Ce circuit se complète naturellement en revenant par l'Archipel, par la Grèce méridionale, par le sud de la Sicile et par le nord de l'Afrique, où, comme courant de retour, il est dirigé de l'ouest à l'est. Depuis la côte de Tunis jusqu'à celle de Tripoli et d'Alexandrie, ce courant s'observe indubitablement; mais il reste fort douteux qu'il se relie avec le courant, dirigé aussi vers l'est, qui longe la côte d'Algérie jusqu'à Carthage, dans le bassin occidental. Tout porte à croire qu'il s'établit dans cet autre bassin un circuit tout pareil, formé par les eaux de l'Océan, qui entre par l'ouest dans le détroit de Gibraltar, côtoie l'Afrique française, et, remontant le long de l'Italie occidentale, vient rejoindre, par le golfe de Gênes, les eaux du Rhône et de l'Èbre. La salure de la mer, à la superficie et dans des profondeurs considérables, trahira l'origine des eaux qui la composent; mais c'est sur-

tout le courant de la mer Noire, dont les eaux sont si peu salées, qui sera facile à reconnaître dans les parages de Rhodes, de la Crète, des Cyclades et de Cythère. Dans la table des degrés de salure donnée plus haut, on voit pourquoi la salure est bien plus considérable à l'est et vers le milieu de la mer qu'à l'ouest et sur les côtes d'Espagne. Reste la question de savoir si la salure n'est pas beaucoup plus considérable au fond de la Méditerranée que vers la surface, qui reçoit immédiatement les eaux douces des fleuves et de la pluie. Il suffit d'avoir remarqué combien, dans une tasse de thé où l'on jette du sucre sans agiter le liquide, le fond sucré se mêle lentement à la surface qui ne l'est pas; avec un peu de dextérité, on fait aussi cette expérience curieuse, de remplir d'abord à moitié avec de l'eau un verre sur lequel on met ensuite du vin sans que le mélange s'opère. Rumford allait encore plus loin, car, après avoir rempli à moitié un vase d'eau froide, il versait au-dessus de l'eau chaude qui ne s'y mêlait que tardivement. Il pourrait donc se faire que la plupart des courants méditerranéens ne fussent que des courants superficiels et pas du tout des courants de fond. Alors la salure du fond serait plus considérable que celle de la surface. Le sel qu'amène l'Océan serait ainsi logé dans les profondeurs de notre mer intérieure, ce qui expliquerait l'étonnante salure de 129 millièmes reconnue dans l'intérieur du détroit, à 670 brasses anglaises de profondeur. Attendons l'observation et nous saurons; jusque-là, malgré notre légitime impatience, sachons ignorer : c'est un principe que je ne cesserai de répéter. La traduction de ce mot dans le

langage du sens commun est celui-ci : ne demandons pas l'impossible.

L'amiral Smyth, dont l'ouvrage a servi de texte à cette étude, est membre correspondant de l'Institut de France pour la Section d'Astronomie, et il est lui-même, ainsi que son fils, un astronome de première distinction ; son ouvrage intitulé *Cycle de notions astronomiques* (*Cycle of celestial objects*) a reçu la grande médaille de la Société royale de Londres. Après la guerre du commencement de ce siècle, il a déterminé avec précision les positions géographiques d'un grand nombre de points du bassin occidental de la Mediterranée, et même il est arrivé jusqu'à la Morée, en retournant ensuite à la Sicile, à l'Algérie et au Maroc. On voit dans son ouvrage, à la suite de ses nombreuses déterminations dans l'ouest, les déterminations du capitaine Gauttier sur les côtes de Candie, l'Archipel, la Turquie d'Europe, la mer Noire tout entière, enfin l'Anatolie et l'Asie Mineure, la Syrie et l'Egypte. La longitude de Palerme, point essentiel entre les deux bassins de la Méditerranée, est déterminée par lui et par M. Daussy. Il se montre toujours empressé de rendre justice à ses compétiteurs en hydrographie comme en toute autre chose. On peut lui appliquer cette pensée que Sophocle met dans la bouche d'Œdipe : « En avancant dans la vie, j'ai appris à être bienveillant ; mais cette bienveillance est naturelle aux âmes élevées. »

Comment donc résumer un ouvrage plein de faits qui se rapportent à la nature entière, en y comprenant, avec l'homme, tous les êtres animés qui foisonnent sur les rivages, sur les bords, enfin au milieu de cette mer

africaine, asiatique et européenne? Les migrations seules des poissons qui suivent les courants et les côtes depuis les colonnes d'Hercule jusqu'à la mer d'Azof, à l'extrémité de la mer Noire, réclameraient une étude à part. L'auteur met en doute s'il est un seul individu de ces espèces neptuniennes qui arrive au terme de sa carrière et meure de vieillesse; mais la nature a compensé ces grandes destructions par une prodigieuse fécondité, car dans plusieurs cas l'éclosion des œufs produit de véritables bancs marins vivants, qui fournissent amplement à la consommation active des espèces carnassières, de manière à limiter, d'une part, la population de chaque poisson, et, de l'autre, à en conserver le nombre à peu près constant. On peut regretter que l'auteur ne parle presque pas de nos pêcheries de corail sur la côte de Bône. La difficile question de la quantité d'eau que la Méditerranée perd par l'évaporation est aussi peu développée; mais les déterminations scientifiques manquent ici complétement. On doit considérer l'ouvrage de l'amiral Smyth comme le point de départ des travaux futurs qui le compléteront, et en mettront les parties faibles au niveau des parties les plus brillantes.

Il ne faut pas croire qu'en marchant sur les errements d'un auteur célèbre, il n'y ait rien à gagner, même pour les découvertes originales. Dans l'état actuel des sciences, l'imprévu, comme disait Arago, garde encore la meilleure part: en cherchant à vérifier une assertion connue, on rencontre presque toujours des choses nouvelles. Mille exemples pourraient en être cités; mais la logique seule nous crie que, pour trouver, il faut chercher. Admettre l'hypothèse contraire, suivant l'expres-

sion populaire, ici fort appropriée aux éventualités de la science, ce serait vouloir gagner à la loterie sans avoir pris de billets.

Les vents, ces dominateurs des mers, n'offrent point, sur la Méditerranée, cette constance qui a fait donner à beaucoup des mouvements de l'atmosphère au-dessus des grands océans le nom de *vents réglés* et de *vents périodiques*. Lorsque Magellan, ouvrant ses voiles aux alizés de l'océan Pacifique du sud, traversa la moitié du globe pour retrouver les possessions espagnoles qu'il avait déjà visitées en marchant vers l'est, il ne connut pas toutes les chicanes des vents inconstants des mers méditerranéennes. Plus tard les galions chargés de l'or du Mexique et du Pérou se décidèrent à traverser l'immense océan Pacifique et à revenir par le cap de Bonne-Espérance plutôt que de traverser l'Atlantique à contre-courant d'air et d'eau. D'après la constitution générale de l'Europe, le vent d'ouest semblerait devoir dominer sur la Méditerranée ; mais la grande chaleur que prennent les déserts de l'Afrique, de l'Egypte, de l'Arabie et de la Perse cause dans l'atmosphère de ces régions un courant ascendant que viennent remplacer les couches d'air plus froides qui reposent sur l'Europe méridionale. De là un transport continu des masses d'air européennes vers le sud, par-dessus la Méditerranée. Avant la navigation à vapeur, il était fort difficile de quitter les côtes du Maroc, de l'Algérie et de la Mauritanie pour remonter vers l'Europe. La traversée de Marseille à Alexandrie était sept à huit fois plus facile que le retour en France. Suivant l'observation du maréchal Marmont, l'Egypte semble être

faite pour être conquise. César et Napoléon y sont descendus à pleines voiles, l'un du bassin oriental, l'autre du bassin occidental. Comme il n'est point de vérité absolue, nous dirons que ces mêmes courants d'air assuraient aux pirates du Maroc, d'Alger et de Tunis une impunité qu'ils conservèrent encore, à la honte de l'Europe, trois cents ans après Charles-Quint, dont le grand amiral Doria disait, en parlant de la Méditerranée : « Il n'y a que trois ports sûrs dans cette mer : Juin, Juillet et Carthagène. » Tout le monde connaît l'épouvantable désastre de Charles-Quint devant Alger au mois d'octobre 1541. « Ce fut là, dit l'amiral Smyth, que le sanguinaire Fernand Cortez perdit les bijoux et les trésors de pierres précieuses avec lesquels il comptait racheter la faveur de son souverain. » Ajoutons que si les conquérants de l'Amérique, les Fernand Cortez, les Pizarre et même les gens de Christophe Colomb ont encouru le reproche de férocité en détruisant par millions les paisibles habitants des deux Amériques, leurs descendants, dans les guerres civiles de nos jours, ne se sont pas montrés moins sanguinaires et moins cruels. Il semble que la Providence, après l'extermination des races autres que la race conquérante, armait les Espagnols les uns contre les autres et les décimait sur le théâtre même des immenses exterminations dont s'étaient souillés leurs ancêtres. Mais, dira-t-on, le savant amiral doit-il s'occuper à moraliser les peuples? A cela je répondrai hardiment : Oui, l'humanité est encore cent fois au-dessus de la science.

Aujourd'hui même la cause de l'humanité triomphe sur les bords qui furent témoins du désastre de Charles-

Quint. La France a fait justice des pirates barbaresques, et la navigation à vapeur a permis le retour comme l'arrivée sur les côtes de l'Afrique française.

Puisque nous parlons ici des ports de la Méditerranée, qui dans le premier comme dans le second bassin sont extrêmement peu nombreux, je dirai, d'après des autorités compétentes, que si à Carthage on fondait un Gibraltar anglo-français, non visité par la peste et servant de station, de port-franc entre les deux bassins de la Méditerranée, Carthage renaîtrait de ses ruines, et qu'avant la fin du siècle il y aurait là une ville européenne de 100,000 âmes, sans compter Tunis, qui en a déjà 150,000. Une de mes autorités, qui le croirait? est celle du roi Charles X, transmise par son ancien ministre M. Laisné. Malheureusement cet homme d'État a emporté dans la tombe toutes ses idées et toutes ses connaissances politiques, qui eussent été si utiles à la France et à l'humanité. C'était, suivant l'expression de Quintilien, le *vir bonus dicendi peritus*, c'est-à-dire l'homme de bien doué d'éloquence; mais sa modestie l'emportait encore sur sa capacité. Après Carthage et Malte, il n'y a plus guère dans le second bassin de la Méditerranée que le port de Milo et celui de Lesbos. Je ne sais lequel des deux les États-Unis d'Amérique voulaient acquérir à tout prix. Ils paraissent du reste y avoir renoncé.

Si le vent d'ouest et le vent du nord soufflaient alternativement sur la Méditerranée, la navigation à voile pourrait tirer parti de ces directions diverses; mais il arrive presque toujours qu'ils soufflent en même temps, et qu'il en résulte un vent de nord-ouest. Sur plusieurs

parties de la Méditerranée, notamment dans les provinces illyriennes, ce vent, connu sous le nom de *bora*, est un vent désastreux qui détruit la végétation, comme le fait le vent d'ouest sur les côtes occidentales de France. Les vents étésiens sont aussi un fléau sous le beau climat de Constantinople. La côte sud de la Crimée, qui en est abritée par la chaîne prolongée du Caucase, paraît offrir le plus beau climat du monde pour la salubrité, pour la douceur des saisons et la richesse des productions de la terre, tandis que la partie nord, balayée par ces impitoyables courants d'air, n'offre, comme la partie méridionale de la Russie, que des steppes sans végétation arborescente. Par un singulier effet d'abritement local, tandis que la partie méridionale de la mer Noire est sujette aux tempêtes qui lui avaient valu le nom de *Pont-Axin*, c'est-à-dire « mer inhospitalière, » la partie septentrionale est comparativement calme et sûre. A voir dans l'ouvrage de M. Smyth tout ce que la science peut encore obtenir de notions importantes par l'observation, on se demande dans quel siècle futur pourra être terminée l'histoire naturelle de cette mer; ce ne sera évidemment qu'après que la civilisation aura fait naître sur chaque point des observateurs sédentaires, qui recueilleront sans peine plus de renseignements précis que toutes les expéditions scientifiques de France et d'Angleterre n'en pourraient rassembler dans leurs stations temporaires.

Si l'action du vent est souvent incommode et même nuisible, son absence est aussi souvent pire. On connaît le dicton populaire qui prétend que la ville d'Avi-

gnon est ennuyeuse quand il fait du vent, et malsaine quand il n'en fait pas :

Avenio ventosa,
Cum vento fastidiosa,
Sine vento venenosa,
Omni tempore odiosa.

Sans vouloir garantir l'exactitude de cette boutade, remarquons que l'homme se plaint bien souvent de ce qui lui est utile, et qu'en satisfaisant à ses vœux, la Providence lui rendrait un fort mauvais service. Il est, suivant l'expression de Virgile, « ingrat par ignorance : »

Ignarus rerum, ingratusque salutis.

Tout ceci s'applique à cette terrible *malaria* qui infeste tant de localités sur les côtes d'Espagne, de France et surtout de la Corse orientale et de la campagne de Rome, et dont le vent d'ouest préserve les côtes occidentales d'Europe. Sans doute l'abri des montagnes de Corse est pour beaucoup dans la production de la *malaria* des rivages bas de la Corse et des côtes d'Italie qui lui font face. L'amiral Smyth examine la question de savoir si, depuis Romulus, qui, dit-on, *choisit un lieu salubre au milieu d'une région pestilentielle*, le climat de la campagne de Rome a changé ou est resté le même ; je pense qu'il a sensiblement empiré, puisque certains quartiers de Rome sont aujourd'hui envahis par ce fléau qui n'admet aucune acclimatation. Comme le sulfate de quinine est cher et peu abondant, ce ne seront que les travaux hydrauliques exécutés sur une

grande échelle qui assainiront les côtes de France et d'Italie. Ainsi que nous l'avons dit plusieurs fois, la France est encore à conquérir pour les Français; heureusement la science n'a pas dit son dernier mot, et nous avons 36 millions de Français.

On peut être assuré qu'en ouvrant au hasard le livre de l'amiral Smyth on rencontrera des notions solides et intéressantes. La partie géographique, avec l'histoire de la géographie pratique depuis Hipparque et Ptolémée jusqu'à l'époque de Christophe Colomb, et depuis cette époque jusqu'à nos jours, est un chef-d'œuvre de science positive. L'auteur cite honorablement les somptueuses publications du vicomte de Santarem, qui a recueilli tous les documents manuscrits depuis le xe siècle, et qui les a publiés en fac-simile au grand profit de la science. Nous avons nous-même examiné cette précieuse publication du compatriote de Vasco de Gama, qui peut servir à fixer bien des points débattus en géographie et en histoire. Dans cette collection comme dans l'ouvrage de l'amiral Smyth, on voit les Juifs, les Égyptiens et les Grecs primitifs bornant l'Océan à l'Archipel et atteignant tout au plus les côtes de Sicile. Plus tard la Méditerranée est explorée jusqu'aux colonnes d'Hercule, et les voiles lançant les vaisseaux en pleine mer, la rame cesse de les guider le long des côtes et d'être, suivant Sophocle, la dominatrice des mers. Puis viennent les expéditions par terre, qui d'une part arrivent à l'Europe occidentale et de l'autre atteignent l'extrémité des Indes. Cependant même dans cette étendue restreinte on se figure à peine jusqu'à quel degré l'ignorance des chartographes était poussée au moyen âge. Ils ne donnaient à l'Europe,

l'Asie et l'Afrique aucune forme approchant de la réalité. L'Afrique, coupée en deux par une mer équatoriale hypothétique, laissait supposer un monde inconnu faisant pendant à l'Europe; quant au reste de la terre, malgré les paroles d'Aristote et de Sénèque, son existence n'était pas même soupçonnée. L'impossibilité où les anciens étaient de déterminer les longitudes et leur négligence à prendre les latitudes produisaient les effets les plus extraordinaires. On ne comprend pas qu'au moins ils n'aient pas donné aux côtes maritimes leurs directions vraies, car rien n'est plus facile que de voir si l'ensemble d'un rivage court au nord, à l'est, à l'ouest ou dans les directions intermédiaires. Les meilleurs portulans du moyen-âge sont tous incroyablement défectueux. Au reste, ce n'est guère que depuis le commencement de ce siècle, ou tout au plus vers la fin du siècle dernier, que la connaissance des mouvements de la lune et le perfectionnement des montres marines ont permis de bonnes déterminations géographiques. Après les calculs d'Euler, qui, comme on sait, perdit un œil dans ses veilles obstinées sur la théorie de notre satellite, les marines de France, d'Angleterre et plus récemment des Etats-Unis ont pu se guider dans les voyages maritimes les plus hasardeux, et obtenir des cartes exactes du monde entier. Ces cartes forment maintenant une des richesses de l'humanité tout entière, et les récents travaux des Américains, sous la direction de M. Bache, l'arrière-petit fils de Franklin, ajoutent de jour en jour, sur une immense échelle, à ces trésors de science pratique. C'est une chose curieuse que pendant longtemps on ait mieux connu la distance de la lune à la terre que celle de Paris

à Constantinople. Louis XIV se plaignait que les astronomes de l'Académie des Sciences, en rectifiant et resserrant la côte de Gascogne d'après les observations astronomiques, l'avaient privé d'une partie de son royaume. A cette époque, et même beaucoup plus tard, la latitude du détroit de Gibraltar était en erreur de plusieurs degrés; on peut juger d'après cela de l'état où en était l'hydrographie du reste du monde.

Depuis 1815, les travaux de l'amiral Smyth pour la Méditerranée, combinés avec ceux de nos hydrographes, ont rectifié des centaines d'erreurs et marqué une ère nouvelle honorable à notre siècle. Nous n'avons pas même indiqué tout ce que la publication récente qui nous occupe renferme de questions importantes. L'étendue des divers bassins maritimes y est donnée avec soin. Chose remarquable, la Sicile y est reconnue *un peu plus petite* que la Sardaigne. La Corse ne vient qu'au sixième rang après la Sardaigne, la Sicile, la Crète, Chypre et l'Eubée. Il eût été curieux de donner l'étendue superficielle des contrées européennes, asiatiques et africaines qui versent leurs eaux dans la Méditerranée par les fleuves qui s'y déchargent depuis l'Espagne et le Maroc jusqu'à l'extrémité des Palus-Méotides. C'est là, pour ainsi dire, le bassin continental de cette mer dont Napoléon voulait faire le *lac français*, et que les Romains appelaient *notre mer, mare nostrum*. Elle sera bien mieux un jour la mer des peuples civilisés, quand, sous l'influence de l'ascendant moral et des lois de la France et de l'Angleterre, la Grèce, l'Asie Mineure, la Syrie, l'Égypte, la Mauritanie et les provinces limitrophes de la mer Noire auront vu renaître les immenses populations qu'elles

peuvent encore nourrir comme autrefois, et que les guerres entre nations seront prévenues par le développement des droits et des relations internationales, comme le sont les rixes sanglantes entre les hommes privés dans toute cité bien policée. En dépit de l'état actuel des choses, et, nous osons le dire, par cela même, ce temps n'est pas éloigné.

(Décembre 1854.)

DE LA

PLURALITÉ DES MONDES.

DE LA

PLURALITÉ DES MONDES [1]

C'est une idée fort ancienne que la terre n'est pas le seul monde habité. Tout le monde connaît cette prétendue exclamation d'Alexandre, qui, apprenant l'existence de populations autres que celle de notre globe, s'écria : « Ah! malheureux! je ne puis les conquérir! » Juvénal cite très-sérieusement cette anecdote : « Un monde seul, dit-il, ne suffit pas à l'ambition du jeune conquérant macédonien. Le malheureux! il étouffe dans les étroites limites du monde, comme s'il était confiné sur les écueils de Gyare ou dans la petite île de Sériphe. »

> **Unus Pellæo juveni non sufficit orbis;**
> **Æstuat infelix angusto in limine mundi**
> **Ut Gyaræ clausus scopulis, parvâque Seripho.**

Plusieurs auteurs ont même dit que c'étaient les habitants de la lune que menaçait l'humeur belliqueuse

---

(1) I. *Of the Plurality of Worlds, an Essay*; London, J. W. Parker, 1853. — II. *More Worlds than one*, by sir David Brewster; London, John Murray, 1854.

du disciple d'Aristote. Au reste, s'il n'y avait pas d'hommes dans la lune, il est certain qu'il y avait des lions, puisque celui de Némée, s'étant approché trop près du bord de cet astre, avait perdu pied et avait sauté dans le Péloponèse, où il fut tué par Hercule.

Revenant à l'antiquité, nous ferons observer qu'il est facile d'y faire remonter toute idée spéculative. L'imagination va toujours plus vite que l'observation, et l'assertion devance la preuve. Or les anciens, en toute chose, ont dit le pour et le contre; plus soigneux de faire de l'éloquence que d'arriver à la vérité, ils ont laissé tout indécis. Ce n'est donc pas une grande recommandation, pour une théorie quelconque, que d'avoir son origine dans l'antiquité, puisque l'opinion contraire pourrait également prétendre au même avantage. La Grèce était le pays des philosophes, ou, si l'on veut, des raisonneurs, et, comme disait Cicéron, « Il n'est rien de si absurde qui n'ait trouvé quelque philosophe pour le soutenir. »

Qu'on nous permette d'insister sur le peu d'importance que les philosophes attachaient anciennement aux notions exactes sur le système du monde. Aristote, ce génie profond en tout, mentionne avec une incroyable indifférence les idées pythagoriciennes qui plaçaient le soleil au centre des mouvements planétaires. Il a donc connu parfaitement cette théorie, aussi simple que conforme à toutes les observations; il en parle en passant et sans s'y arrêter, sans avoir l'air d'en sentir l'importance. Bien des siècles après, Ptolémée met au rang des planètes, qui, suivant lui, tournent à l'entour de la terre, Mercure, Vénus, le soleil, Mars, Jupiter et

Saturne, et même la lune! Peu lui importe que le soleil soit immensément gros, qu'il soit lumineux par lui-même, qu'il nous envoie l'étonnante quantité de chaleur qui fait nos saisons, nos climats et la vie tout entière à la surface de notre globe. Voilà cet astre si différent des autres, si exceptionnel en tout, qui prend son rang, son cercle, ses *épicycles*, comme la plus petite des planètes; c'est à peu près comme si on comptait un éléphant parmi les individus d'un clapier de lapins. La lune, qui ne ressemble pas plus au soleil qu'aux planètes, se trouve de même assimilée à une planète dans cette incroyable confusion, et le genre humain, fermant les yeux aux lumières de l'école de Pythagore, vit sur cette étrange doctrine pendant douze ou treize siècles, excusant par une crédulité aveugle l'ignorance de ses instituteurs!

Cependant, lorsque après la publication de l'ouvrage de Copernic le télescope, inventé en Hollande au commencement du XVIIe siècle, eut été dirigée par Galilée vers les corps célestes, et qu'on eut reconnu d'immenses différences entre des astres qui, à la vue simple, se ressemblent tous et ne paraissent que comme des points brillants, il n'y eut plus moyen de soutenir les vieilles doctrines, et l'on fut forcé, par l'inspection immédiate, d'admettre toutes les vérités que la logique avait inutilement proclamées. Toutes les étoiles ne furent plus que des points brillants sans grosseur appréciable, comme le serait notre soleil, s'il était quelques centaines de mille fois plus éloigné de la terre. Toutes les planètes au contraire prirent des dimensions considérables; elles s'arrondirent en globes semblables au

nôtre. Ces globes, d'après leur distance, furent reconnus les uns plus grands, les autres plus petits que la terre. On y vit le jour naître et finir pour chaque localité, et le soleil se lever et se coucher. On les vit tourner sur eux-mêmes comme la terre, et par suite avoir des jours et des nuits comme nous les avons ici. On vit des nuages flotter dans leurs atmosphères, et des orages s'y former. Sur Jupiter, des taches d'un blanc éclatant, qui duraient peu, semblèrent à Cassini être des tapis de neige qui fondait ensuite. Les traces des vents réglés, analogues à ceux de notre terre, s'y laissèrent apercevoir; on dessina les continents et les mers des planètes; enfin dans Mars, voisin de notre globe. et qui ressemble à celui-ci pour l'ensemble des climats, on vit les glaces polaires se former, et les contrées qui avaient l'hiver se recouvrir de frimas, tandis qu'au pôle opposé, qui avait la saison chaude, les neiges fondaient, et la coupole de glace et de neige se rétrécissait considérablement. C'est ainsi que, contemplant notre terre, les habitants de Mars peuvent, pendant notre hiver, apercevoir la neige qui la couvre jusque vers le milieu de la France; ils voient ensuite pendant l'été cette neige fondre graduellement et se resserrer jusqu'aux limites septentrionales de l'Europe.

L'assimilation des planètes avec la terre fut donc généralement et tacitement adoptée. En effet, après avoir reconnu qu'une planète était toute semblable à la terre, admettre que, comme la terre, elle était peuplée d'êtres vivants, cela était infiniment plus facile que de reconnaître qu'un astre brillant, qui, à l'œil nu, ne différait pas d'une étoile, était en réalité une masse solide, éten-

due, recouverte d'une atmosphère, partagée en continents et en mers, empruntant comme la terre sa chaleur et ses climats au soleil, et enfin de tout point pareille à notre globe, sauf la grosseur, qui était tantôt au-dessus, tantôt au-dessous. L'idée d'êtres vivants répandus sur des contrées semblables aux nôtres se présentait si naturellement, qu'il n'était même pas besoin de l'indiquer à ceux auxquels on apprenait ce que le télescope avait fait découvrir sur la nature des planètes. Chacun des mondes nouveaux, une fois bien reconnu, était pour ainsi dire peuplé par l'imagination, guidée par l'analogie. Lorsque Galilée eut le bonheur de contempler, lui, le premier d'entre les hommes, toutes les merveilles que révélait le télescope, il publia un petit opuscule dont l'effet fut prodigieux : c'était le *Nuntius sidereus*, c'est-à-dire le messager ou le courrier des astres, ce qui répond encore au titre de *nouvelles du ciel*. Les télescopes modernes, en se perfectionnant, n'ont fait que développer et confirmer toutes les ressemblances planétaires que Galilée apercevait, et que ses prédécesseurs n'avaient pu soupçonner que par le raisonnement.

Une des analogies qui frappèrent le plus l'esprit de tous les penseurs, ce fut, il faut le dire tout de suite, la découverte des lunes que les autres planètes possèdent comme la terre. Avant le télescope, personne ne se serait avisé de chercher à voir les lunes ou satellites de Jupiter, que très-peu de vues privilégiées peuvent entrevoir sans le secours des lunettes astronomiques. Aussi notre lune était-elle un grand embarras pour le classement général des astres dans le système du

monde. Elle est très-voisine de la terre, ce qui lui donne une grosseur apparente presque égale à celle du soleil, lequel est quelque chose comme soixante-dix millions de fois plus volumineux que la lune. Les montagnes et les vallées de notre satellite, les plaines, les cratères volcaniques, les coulées de lave, les escarpements, les pics aigus, les fentes de terrain, les ombres des montagnes, les rochers, même d'une dimension médiocre, tout s'y distingue parfaitement. Molière fait dire à l'un des personnages des *Femmes savantes :*

> Je n'ai point encor vu d'hommes, comme je crois ;
> Mais j'ai vu des clochers tout comme je vous vois.

Ce que Galilée ne pouvait faire avec sa petite lunette, qui, avec son pied, pouvait être enlevée par un enfant, ce que Huygens et Cassini ne pouvaient faire avec des lunettes longues de vingt, de trente, de cent pieds, Herschel et le comte de Rosse l'ont exécuté de nos jours. Le télescope de ce dernier a une ouverture de 2 mètres et repose sur une espèce de tour ou plutôt de fortification à créneaux dont les murs ont de soixante à quatre-vingts pieds du nord au sud, et une cinquantaine de pieds de hauteur. On calcule facilement qu'un géant qui aurait la pupille de l'œil égale à l'ouverture du télescope de lord Rosse serait haut de 150 mètres environ, car la hauteur du corps est à peu près soixante-quinze fois le diamètre de la pupille ou prunelle de l'œil, ce qui, pour une pupille de 2 mètres d'ouverture, entraînerait une taille de 150 mètres. Avec ce télescope, on verrait facilement une cathédrale lunaire ou une construction, de mêmes dimen-

sions. Rien de pareil n'a été vu; mais nous reviendrons là-dessus tout à l'heure.

Tandis que, dans le système de Copernic et de Pythagore, la masse immense du soleil, quatorze cent mille fois plus volumineux que la terre, occupe le centre des mouvements planétaires, que les planètes circulent à l'entour de cet astre exceptionnellement massif, chaud et lumineux, que devenait la lune tournant autour de la terre passée au rang des planètes, et accompagnant notre globe dans son mouvement circulaire autour du soleil? Pourquoi cet astre était-il, contre toutes les analogies, subordonné à la terre, et pourquoi la terre avait-elle le privilége de se faire suivre par une espèce de planète secondaire dont elle dominait les mouvements, et qu'elle faisait tourner autour d'elle, comme elle tournait elle-même autour du soleil? Sans doute cette domination était flatteuse pour notre planète, qui imposait ainsi ses lois à une espèce de serviteur, à peu près comme les courtisans imposent à leur domesticité la domination qu'ils subissent eux-mêmes de la part du souverain. On avait donc, à partir du soleil, d'abord Mercure, ensuite Vénus, ensuite notre terre sous le nom de Cybèle, ensuite Mars, puis Jupiter et Saturne; mais, encore un coup, comment se faisait-il que la terre fût accompagnée de la lune, tandis que les autres planètes ne montraient rien de pareil? Plus de la moitié du XVIe siècle, entre Copernic et Galilée, fut embarrassée de cette contre-analogie lunaire. Enfin le *Nuntius sidereus* de Galilée, cette gazette du ciel, apprit à l'univers que la terre n'était pas seule accompagnée d'un astre secondaire, d'une lune: Galilée en

avait vu quatre à Jupiter. Cette immense planète, trois cents fois plus grosse que la terre, avait quatre satellites, quatre lunes, quatre petits astres secondaires. Plus tard les astronomes reconnurent huit lunes à Saturne. Uranus et Neptune, qui ne figuraient pas encore au nombre des planètes, furent aussi reconnus plus tard comme suivis ou entourés de lunes ou satellites. L'analogie était partout; la terre n'avait rien d'exceptionnel, et si elle était habitée, pourquoi les autres planètes qui lui ressemblaient en tout ne le seraient-elles pas? Ajoutons de plus que l'orgueil légitime de la race humaine, qui sent à juste titre sa prééminence sur les êtres matériels, portait naturellement à faire le raisonnement suivant : l'homme étant le roi de la création qu'il domine et celle-ci semblant faite pour lui, à quoi servirait la création de tant d'autres globes pareils, s'ils n'étaient peuplés non-seulement d'animaux vivants, mais même d'êtres raisonnables? Un pas de plus, on y aurait admis les clochers de Molière. Réservons encore là-dessus l'exposé des notions acquises par la science et les conclusions que nous aurons à en tirer.

Tandis que Cassini et Huygens, devenus Français par les bienfaits de Louis XIV, qui les avait appelés en France, complétaient par l'observation les spéculations de Pythagore et de Copernic et les découvertes optiques de Galilée; tandis que s'établissait l'opinion qui attribuait des habitants, et même des habitants doués de raison, aux autres planètes comme à notre terre, Fontenelle, qui suivant Voltaire faisait de petits vers et de grands calculs, Fontenelle, de l'Académie française et

secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, non moins savant astronome qu'écrivain élégant, Fontenelle, disons-nous, se laissa tenter à l'attrait piquant d'une composition philosophique qui, tout en ne se défendant pas trop de l'objection de paradoxe, pût offrir sous une forme populaire un grand nombre de vérités scientifiques. Beaucoup d'auteurs latins et français avaient, comme anciennement Aristote, décrit le ciel et ses immensités, ils avaient mesuré les astres et entassé les formules d'admiration pour l'espace qui les sépare, pour leur grosseur, pour la régularité de leur marche, et enfin pour les milliers de siècles qui règlent les périodes célestes. On peut voir un exposé de ce genre dans les œuvres de la Bruyère: mais là, comme dans l'ouvrage bien plus spécial de Huygens, intitulé *Cosmotheoros,* tout est, pour ainsi dire, exclusivement scientifique, et, on peut le dire, assez peu intéressant pour nous autres habitants de la terre. Huygens, qui a écrit un peu après Fontenelle, ne semble pas avoir suivi les idées de son prédécesseur: il n'a pas admis le moindre doute sur les habitants des planètes, et on peut dire qu'il a poussé outre mesure leur analogie avec les habitants de la terre.

L'ouvrage latin de Huygens, qui ne fut publié qu'après sa mort, est passé presque inaperçu. Il y en a cependant deux traductions françaises, dont l'une a été publiée en Hollande sous le même titre que l'ouvrage de Fontenelle, savoir, *de la Pluralité des Mondes.* Ce dernier, publié en 1686 et complété en 1719 par un dernier chapitre, fut traduit dans toutes les langues et conquit une célébrité qu'aucun ouvrage purement scien-

tifique n'atteignit jamais. Quoique écrit dans le système des tourbillons de Descartes, la partie théorique est tellement indépendante au fond des spéculations que l'attraction de Newton devait bientôt détrôner, qu'il serait très-facile de faire disparaître ces légers emprunts, faits, pour ainsi dire, par condescendance aux idées alors régnantes, sans altérer en rien ni la contexture, ni les conclusions de l'ouvrage. Toutes les mêmes analogies que présente une étoile ou un soleil, centre d'un tourbillon qui fait tourner les planètes autour de lui, subsisteraient pour une étoile ou un soleil retenant par son attraction et faisant ainsi tourner autour de lui ces mêmes planètes accompagnées de leurs lunes ou satellites. Fontenelle, comme on sait, disait que s'il tenait des vérités dans sa main fermée, il se gardèrait bien de l'ouvrir; on imaginera donc facilement que s'il a ouvert la main pour laisser échapper ce qui était déjà pour beaucoup de monde une vérité, savoir, la pluralité des mondes, il ne l'aura ouverte qu'avec ménagement et de manière à ne blesser aucune des susceptibilités qu'auraient pu alarmer des conséquences trop hardies déduites des principes qu'il établissait. L'ouvrage originairement ne comprenait que cinq entretiens ou chapitres. Dans une édition subséquente, il y ajouta un sixième entretien, destiné *à confirmer ce que contenaient les entretiens précédents*; mais on y trouve la prudente recommandation de ne point s'entêter à soutenir devant les indifférents ou les esprits hostiles la pluralité des mondes, en acceptant volontiers le reproche de paradoxe, et sacrifiant expressément l'amour de la vérité à l'amour de la paix. Sur le reproche que lui fait en

propres termes son interlocuteur ou plutôt son interlocutrice, que ne pas soutenir ses opinions c'est trahir la vérité et n'avoir pas de conscience, il avoue *qu'il n'a pas un grand zèle pour ces vérités-là, et qu'il les sacrifie volontiers aux moindres convenances de la société*.

On en était là sur la pluralité des mondes, lorsqu'en 1853 un révérend anglais, M. Whewell, homme d'une grande autorité scientifique et dont le nom n'a pas été mis en tête de son ouvrage, avoué cependant hautement par l'auteur, livra au public un *Essai sur la Pluralité des Mondes* (*of the Plurality of Worlds, an essay*). Cet essai aurait dû avoir justement le titre contraire, savoir : « de la non-pluralité des mondes. » Notre terre y est représentée comme le seul lieu de notre monde solaire, et même de l'univers entier, qui possède des êtres vivants doués de raison. Les planètes plus rapprochées que nous du soleil ne peuvent avoir d'habitants raisonnables, elles sont trop près du soleil. Celles qui sont au-dessus de la terre subissent la même exclusion, à raison d'une trop grande distance. Enfin tous les soleils, par analogie avec le nôtre, étant généralement considérés comme ayant autour d'eux des planètes avec ou sans lunes, ces planètes-là sont également dépeuplées d'êtres pensants par le savant théologien anglais. M. Whewell, dont le nom n'est un mystère pour personne, possède une érudition scientifique des plus étendues ; aussi appelle-t-il avec la théologie, au secours de son opinion, les observations du naturaliste armé du microscope, du géologue qui embrasse toutes les périodes des catastrophes terrestres, de l'as-

tronome aidé du télescope, enfin tout ce que la métaphysique peut faire présumer à priori sur l'unité de l'univers, d'après cette pensée, plus ou moins expressément énoncée par beaucoup de bons esprits, qu'il ne peut y avoir contradiction entre deux vérités acquises même par des voies très-différentes, et qu'ainsi une vérité métaphysique peut contrôler une assertion conclue de l'observation du monde matériel. Néanmoins, comme cette série d'idées nous jetterait dans la question si controversée des causes finales, nous ne la poursuivrons pas plus loin, même dans son expression la plus simple, savoir; qu'il n'y a rien d'absurde dans l'univers, et que, par suite, rien de ce qui contrarierait formellement les notions métaphysiques que nous avons de la nature des êtres ne peut exister.

De profonds penseurs, partant de cette idée, que ce qui paraît à l'imagination ou convenable, ou probable, ou possible, existe peut-être réellement, ont été conduits à classer les aperçus métaphysiques parmi les moyens d'investigation les plus efficaces, même dans le monde physique. Ils les regardent comme pouvant mettre sur la voie de recherches importantes, qui, si elles sont couronnées de succès, ajouteront de riches acquisitions au trésor que l'esprit humain a déjà accumulé dans la science de la nature. C'est ainsi que ces principes généraux, que la nature ne fait rien en vain, qu'elle opère toujours avec la moindre dépense possible de force, dans le moindre temps, par le chemin le plus court, et enfin avec la moindre action et la plus grande stabilité possible; tous ces principes, disons-nous, traduits en calculs et vérifiés par les recherches, ont conduit

aux plus brillantes découvertes dans toutes les sciences d'observation. Nous nous bornons aujourd'hui à indiquer cette thèse, nous réservant un jour de la développer ici même.

L'ouvrage du docteur Whewell sur la pluralité, ou plutôt, comme nous l'avons dit, sur la non-pluralité des mondes, a donné naissance en 1854 à un ouvrage tout à fait contraire du célèbre physicien sir David Brewster, l'un des huit associés que l'Institut de France choisit parmi les célébrités scientifiques du monde entier. Les découvertes de sir David dans l'optique sont bien connues, et il a peu de rivaux dans cette science si voisine de l'astronomie, puisque c'est principalement et presque exclusivement par leur lumière que les astres sont en relation avec nous. Son ouvrage, ou plutôt sa réponse, est intitulé : *More worlds than one; the creed of the philosopher and the hope of the christian*, c'est-à-dire « le monde n'est pas unique, c'est le *credo* du philosophe et l'espérance du chrétien. » Les conclusions de cet ouvrage sont parfaitement l'opposé de celles de l'auteur de l'*Essai*. Le docteur Brewster énonce lui-même qu'il l'a composé en réponse au livre de M. Whewell, et il pense que son ouvrage aura pour effet de soutenir le respect et la considération qu'avaient justement mérités les grandes découvertes faites depuis un siècle dans l'astronomie sidérale. C'est en ces termes que l'ouvrage a été présenté à l'Institut, le 31 juillet 1854, par l'auteur de cette Étude. Quoique M. Brewster ne soit pas, comme son antagoniste, un théologien de profession, les convenances religieuses n'y sont guère invoquées moins souvent, ce qui n'étonnera pas,

lorsqu'on saura que dans leurs sermons les prédicateurs protestants ont l'habitude de développer beaucoup de thèses appartenant aux sciences d'observation; on cite dans ce genre un sermon du docteur Bentley, qui reçut de Newton lui-même les instructions nécessaires pour le composer.

Pour nous autres Français, peu habitués à ce mélange du sacré et du profane, il nous suffira, en opposant un docteur à l'autre, d'examiner la question de la pluralité des mondes indépendamment de toute opinion théologique. M. Whewell et M. Brewster conviennent l'un et l'autre que la foi chrétienne n'y est pas essentiellement intéressée, mais évidemment ils ne font cette déclaration qu'à regret. Ce sont donc d'autres autorités qu'il faut appeler à prononcer dans un pareil débat. Souvenons-nous que dans des matières bien moins étrangères à la théologie, Pascal disait qu'*il était plus facile de trouver des capucins que des raisons.*

Les deux ouvrages que nous venons de citer, et que nous avons reçus directement de leurs célèbres auteurs, ont fait en Angleterre une immense sensation; les éditions à plusieurs milliers d'exemplaires se sont succédé rapidement. Plusieurs métaphysiciens trouvaient commode de n'admettre l'âme et la pensée que dans notre système solaire, et même exclusivement sur notre planète seule. Ils s'ôtaient ainsi tout embarras par rapport à ces êtres intelligents dont on n'avait plus besoin alors de rechercher la nature, analogue ou non à la nôtre, et la destination future. D'autres criaient à l'inutilité d'une si vaste création de mondes physiques, de soleils, de planètes, de lunes, pour arriver seulement à peupler

d'êtres pensants notre terre, c'est-à-dire l'une des plus petites planètes qui tourne autour de l'un des cent millions de soleils que notre vue peut atteindre et nos instruments cataloguer. Comme ici les faits ne peuvent parler, puisque nous n'apercevrons probablement jamais ni les habitants des autres planètes, ni même leurs travaux, c'est aux convenances métaphysiques qu'il faut s'adresser pour avoir l'opinion la plus certaine, ou, suivant l'expression des théologiens, l'opinion la plus probable sur l'existence des êtres vivants, ou vivants et raisonnables, ailleurs que sur notre terre.

C'est une notion maintenant vulgaire que toutes les planètes qui forment le cortége du soleil sont analogues à notre terre. Or, sur cette dernière, depuis une période de siècles presque infinie, la vie a paru et s'est développée sous l'empire de circonstances météorologiques bien différentes de celles qui se sont produites à l'époque de la dernière catastrophe qui depuis un petit nombre de milliers d'années a établi sur notre globe l'ordre physique qui y règne actuellement. Des eaux bouillantes sur un sol incandescent, une atmosphère souillée de mille gaz impurs et d'autant plus chaude qu'elle était plus épaisse, constituaient, à l'origine des dépôts des terrains tertiaires, des dissemblances bien plus tranchées entre la terre ancienne et la terre actuelle que nous n'en pouvons supposer entre cette dernière et les autres planètes à leur état présent, et cependant la vie y prenait naissance. Ainsi rien ne milite contre la probabilité que les planètes contiennent des êtres vivants : on ne peut se refuser à l'idée que la terre ait été

faite pour être habitée par des êtres vivants, puisqu'il y a une telle harmonie entre ces êtres et les climats de notre planète, que l'idée d'habitation se lie immédiatement à l'idée d'habitabilité, et que, puisque nous reconnaissons les planètes comme habitables, il est presque certain qu'elles sont habitées : autrement à quoi servirait leur habitabilité?

Il n'entre pas dans notre plan d'énumérer toutes les analogies qui existent entre notre terre et les planètes, et qui sont autant d'arguments en faveur de l'existence d'êtres vivants à leur surface; car, puisqu'il y a de ces êtres sur l'une des planètes, c'est-à-dire sur notre terre, pourquoi n'y en aurait-il pas ailleurs? En fait d'opinions probables, le *pourquoi non* de Fontenelle a une grande autorité. Cependant il est d'autres corps massifs et matériels que les planètes; il y a les lunes et les soleils, sans compter les comètes : que nous apprend la science là-dessus? Notre lune, notre seule lune, a été observée par le puissant télescope de lord Rosse, infiniment supérieur au télescope d'Herschel: Or voici ce qui résulte de l'exploration minutieuse de la surface de cette lune terrestre : d'abord point d'atmosphère, point d'air respirable, point de mers, de lacs, de fleuves, point de nuages, de pluies, de rosées. Voilà déjà bien des éléments qui manquent pour y admettre des êtres vivants analogues à ceux de la terre. Euler réclamait des télescopes de plusieurs centaines de pieds d'ouverture pour apercevoir les plus grosses bêtes de la lune. Un autre savant voulait une lunette de 4 kilomètres de long pour le même objet. Le télescope de lord Rosse ne rendrait pas sans doute visible un éléphant lunaire, mais

un troupeau d'animaux analogue aux troupeaux de buffles de l'Amérique serait très-visible; des troupes qui marcheraient en ordre de bataille y seraient très-perceptibles. Les constructions non-seulement de nos villes, mais encore des monuments égaux aux nôtres en grandeur, n'échapperaient pas à un œil astronomique dont la pupille a 2 mètres d'ouverture. L'Observatoire de Paris, Notre-Dame ou le Louvre s'y distingueraient facilement, et encore mieux les objets étendus en longueur, comme le cours de nos rivières, le tracé de nos canaux, de nos remparts, de nos routes, de nos chemins de fer, et enfin de nos plantations régulières. Les vicissitudes des saisons n'y ont point lieu, la pluie et la neige ne pouvant y tomber, puisqu'il n'y a point d'eau; mais tous les changements dus à la végétation, s'il en existait, seraient observables, même à la vue simple. Qu'on se figure un homme transporté sur la lune et de là contemplant la terre en hiver et au printemps; il verra succéder une teinte verdoyante à la couleur grise et terne du sol et des arbres dépouillés de feuilles : or rien de tout cela ne s'observe à la surface de notre satellite. Tous les points qui ont une teinte grise, jaunâtre, bleuâtre, ou rougeâtre, ou noire, conservent obstinément et toujours la même teinte; il n'y a aucune végétation, pas même celle de ces mousses sèches qui varient un peu l'aspect des roches brûlées de l'Afrique méridionale. Il n'y a pas un espace grand comme un de nos jardins de médiocre étendue qui laisse apercevoir le moindre résultat de la vitalité. On n'y aperçoit non plus aucune construction qui ne soit due au hasard, aucune forme qui dénote une intention de la part de l'opérateur. Ainsi, en jugeant par

les faits, nous pouvons affirmer que la lune n'est point habitée.

Mais, dira-t-on, à quoi sert-elle, et pourquoi avoir fait la dépense d'une si grande masse, dont le volume est la cinquantième partie de celui de la terre? A cela, beaucoup de personnes répondront qu'elle sert à éclairer la terre, à guider les marins sur l'Océan en leur donnant la longitude, enfin à exercer les mathématiciens sur une théorie prodigieusement difficile. Toutes ces raisons seraient excellentes; mais alors pourquoi n'avoir pas donné de lunes à Mercure, à Vénus et à Mars, à Vénus surtout, qui, pour la grosseur, pour le poids et pour la place dans le monde solaire, peut être considérée comme la sœur de notre Cybèle? J'aime bien mieux répondre que je n'en sais rien du tout. Socrate disait : La seule chose que je sais, c'est que je ne sais rien. Je suis plus avancé que Socrate sur le sujet en question, car non-seulement je ne sais rien, mais encore je suis certain que les autres n'en savent pas plus que moi. En nous tenant à l'*opinion probable*, nous conclurons que tous les faits nous portent à croire que notre lune, et, par analogie, toutes les autres lunes du système solaire, n'ont point d'habitants. Ceci contredit formellement la *seconde soirée* de Fontenelle, « que la lune est une terre habitée. » La création est assez riche pour se passer d'utiliser des lunes comme habitation. Nos ancêtres disaient : Il n'y a pas de bonne maison où il ne se perde quelque chose.

Nous venons de voir que la lune n'est ni habitable ni habitée. Cette vérité nous servira à modérer l'ardeur de *peuplement*, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui avait

saisi beaucoup d'esprits bien faits sous l'empire de cette idée, que toute masse matérielle offrant une vaste surface avait pour destination finale de servir de sol à une population d'êtres vivants, soient végétaux, soient animaux. D'après cette idée, on voulut peupler le soleil lui-même. Au premier abord, il sembla que peupler le soleil, c'était vouloir établir des êtres vivants au milieu d'un feu de forge, ou sur la surface d'un bain de bronze ou de fer fondu qui brûle les yeux quand on le regarde, même à une assez grande distance. Huygens et Fontenelle disent nettement que le soleil est inhabitable. Heureusement pour les colonisateurs de soleils qu'il y a des taches dans le soleil. Ces taches sont le fond de vastes entonnoirs ou abîmes qui se forment dans l'enveloppe lumineuse de cet astre. Cette enveloppe ou couche lumineuse venant à se briser laisse voir le noyau du soleil, qui est d'un noir rougeâtre et ne paraît pas partager l'immense chaleur de l'enveloppe extérieure. Ce noyau peut donc, à toute force, être un lieu habitable, ou plutôt un lieu non inhabitable. La chose ne paraît pas cependant très-facile à admettre dans le voisinage et au-dessous d'une enveloppe si ardente, et qui, à une si grande distance, donne aux régions tropicales de la terre des feux si ardents. On conviendra du moins que s'il n'y a pas impossibilité, il n'y a aucune induction, aucune analogie qui nous fasse admettre les habitants du soleil, ni ceux de tous les mille millions de soleils que le télescope nous montre un à un, sans compter les épouvantables amas de ces astres qui, sous les noms de voie lactée, d'amas d'étoiles, de nébuleuses de toutes sortes, composent cette partie de l'univers matériel que

nous apercevons de la place où nous sommes confinés dans cet univers. Mais si autour de chacun de ces soleils nous admettons des planètes, comme l'indique l'analogie de notre système solaire, et si nous peuplons ces planètes d'habitants et d'êtres raisonnables, à tous les degrés d'intelligence, je pense qu'il n'y a point d'esprit assez chagrin pour regretter la non-admission des habitants dans les soleils ou étoiles pas plus que dans les lunes ou satellites, et encore moins dans les comètes. Cette prodigieuse population de l'univers semblera en harmonie avec la grandeur infinie et toutes les autres qualités que notre pensée attribue irrésistiblement à la puissance créatrice.

Au premier abord, les habitants prétendus du soleil sembleraient isolés du monde entier, comme le sont les poissons qui vivent dans les eaux souterraines de la Dalmatie, ou bien ceux que les puits forés d'Égypte amènent à ciel ouvert; mais le docteur Brewster ne refuse même pas aux habitants du soleil la jouissance des contemplations astronomiques. Dès que l'enveloppe lumineuse se brise pour former ce que nous appelons une tache, ils peuvent, suivant M. Brewster, saisir ce moment pour observer le monde extérieur, à peu près comme les habitans de certaines localités couvertes de brouillards presque continuels profitent de quelques rares éclaircies pour contempler les régions célestes étrangères à la terre. Dans le *Voyage au Spitzberg* de Mme Léonie d'Aunet, on indique à l'auteur, qui se trouve alors à Havesund, près du cap Nord, une circonstance qui ne se produit que quand le soleil brille. « Et le soleil brille-t-il souvent à Havesund? » demande

la voyageuse. — Cinq ou six fois par an, madame! » Telle est la réponse. En somme, je n'ai pas grande foi dans les progrès que peut avoir faits la science astronomique chez les habitants très-hypothétiques du soleil, et avant de les interroger sur les mouvements célestes, il serait convenable de leur adresser la bizarre question du Macbeth de Ducis : « Existez-vous? »

L'essai du docteur Whewell, la réfutation un peu vive de sir David Brewster, sont deux ouvrages essentiellement théologiques. L'un et l'autre auteurs ont profité de la nature du sujet pour faire un docte tableau astronomique et géologique du monde et de la terre. Le point de départ du docteur Whewell se trouve dans les *Sermons* ou *Discours astronomiques* du docteur américain Chalmers, qui a pris pour texte ces belles paroles du Psalmiste : « Quand je considère, ô Seigneur, les cieux qui sont l'œuvre de vos mains, la lune et les astres que vous avez mis en ordre, je me dis : Qu'est-ce que l'homme pour que vous pensiez à lui, et que sont les enfants des hommes pour que vous les visitiez? »

Le docteur Chalmers passe de la toute-puissance du Créateur à sa bonté, et, admettant que toutes les masses célestes sont peuplées, il fait le tableau de ce domaine infini de la Divinité; il la montre étendant son empire sur une infinité d'êtres raisonnables qui par la pensée communiquent avec elle de tous les points de l'univers. Cette vaste domination effraye le docteur Whewell. Il prend à la lettre les paroles du psaume, et en conclut que, si les hommes sont confondus avec tant d'autres êtres raisonnables et plus ou moins élevés, en

intelligence, ils auront une importance si petite, qu'ils seront comme n'existant pas.

. . . . . Inconnu dans ce lieu,
Je ne pourrai donc plus être vu que de Dieu.

et Dieu même ne se donnera pas la peine de faire attention à notre minime planète. Il ne faut donc pas accepter cette position secondaire; il faut, malgré toutes les analogies, ne peupler que notre globe d'êtres pensants.

De notre coin de l'univers, même avec des télescopes moyens de deux pieds anglais d'ouverture, nous distinguons cinq ou six mille amas d'étoiles semblables à notre voie lactée et contenant chacun plusieurs millions de soleils. Chacun de ces soleils est le centre du mouvement de nombreuses planètes semblables aux planètes de notre soleil. M. Whewell admet tout cela; mais de tout ce nombre infini de planètes il n'en choisit aucune pour la peupler. Il entre dans l'amas d'étoiles ou voie lactée qui contient notre soleil. Il passe à côté du brillant Sirius, dont la lumière, suivant le calcul rectifié de sir John Herschel, est plus de cent quarante-six fois la lumière de notre soleil. Il néglige ce puissant soleil et ses planètes, il arrive à *Phœbus*, notre petit soleil; il choisit une de ses planètes pour la peupler d'êtres intelligents. Il semble que l'immense Jupiter, le grand Saturne, Uranus ou Neptune, tous bien supérieurs à la terre, à Vénus, à Mars et à Mercure devraient obtenir la préférence : point. Il y a une petite masse planétaire grosse comme la quatorze-cent-millième partie du soleil et n'ayant en masse que la trois-cent-soixante-millième

partie de cet astre : c'est elle qui l'emportera sur l'univers entier. Seule de tout l'univers, elle nourrira des habitants intelligents et doués d'une âme. Ne serait-ce point parce que notre astronome théologien est un habitant de la terre que celle-ci a obtenu de lui une concession si flatteuse? Et s'il fût né sur Mars ou Vénus, notre Cybèle eût-elle été si bien traitée? « Vous êtes orfévre, monsieur Josse? » N'est-ce pas rompre avec toutes les indications d'analogies, avec toutes les présomptions de vraisemblance, avec toute la philosophie d'induction, que de peupler la terre et de la peupler seule?

Ne croyez pas cependant que l'auteur de l'*Essai* prive les autres planètes d'êtres vivants. Il en donne, suivant son gré et d'après des considérations arbitraires dont il est seul juge, à Jupiter et aux autres planètes de notre système; mais ce ne pouvaient être des hommes ou des êtres intelligents : ces planètes sont trop loin ou trop près du soleil. Or, d'après ce raisonnement même, si l'on choisissait dans un autre système une planète tournant autour d'un autre soleil que le nôtre, mais qui fût dans des conditions analogues à notre planète, M. Whewell n'aurait aucune raison de lui refuser des habitants intelligents. Voilà donc la pluralité des populations douées d'intelligence qui reparaît forcément! On ne songe pas à tout.

Mais, dit ce théologien, il est plus commode de dépeupler l'univers que de faire accorder la pluralité des mondes avec ce que nous savons de la rédemption et du péché de l'homme. — A cela, M. Brewster répond que peut-être la terre n'a eu que le privilége d'être le

local où s'est accompli le sacrifice qui a opéré la rédemption des âmes du genre humain, et que de là cette rédemption a été valable pour les âmes de tous les habitants de toutes les planètes, de tous les satellites, de tous les soleils de l'univers entier, car sir David ne veut rien laisser d'*impeuplé* d'âmes, pas plus que M. Whewell ne veut rien laisser de peuplé, si ce n'est notre terre. Il faut avouer cependant que ce serait donner à cette petite planète une importance théologique bien grande et peu vraisemblable. Il y aurait sans doute un moyen de se tirer d'affaire : ce serait d'admettre que les habitants de toutes les planètes autres que la terre n'ont point commis le péché qui a nécessité la rédemption pour nous; mais alors notre terre serait notée d'un sceau exclusif de réprobation que ne veut point admettre le savant écossais. Un autre extrême serait de damner tout l'univers, sauf le genre humain; mais c'est bien rigoureux! En somme, il faut laisser la théologie aux théologiens, qu'ils s'accordent entre eux ou non.

Non nostrum inter vos tantas componere lites!

Je prie le lecteur de croire que dans un sujet si sérieux je n'ai indiqué qu'avec réserve et avec le respect dû à la chose en litige les arguments des deux adversaires. Ils n'ont pas été aussi circonspects à beaucoup près, et on peut même taxer de légèreté les assertions qu'ils se permettent sur les convenances et les circonstances de la rédemption ou des rédemptions qu'ils admettent ou nient, ainsi que sur *celui* par qui s'est opéré, oui ou non, le rachat des âmes pécheresses

sur la terre et ailleurs. N'imitons pas ce laisser-aller de théologie protestante. Remarquons que Fontenelle, qui expressément peuplait la lune d'êtres intelligents, s'était tiré d'embarras en vrai Normand et sans beaucoup de peine, en déclarant que les habitants de la lune n'étaient pas des hommes, et que par suite il n'y avait rien à leur appliquer de ce qui concerne l'humanité. Aussi n'essuya-t-il aucune censure théologique ou métaphysique.

Passant maintenant à la métaphysique, ordre d'idées moins scabreux que les idées théologiques, est-il possible de méconnaître toutes les raisons qui limitent en faveur de l'opinion qui admet la pluralité des mondes? Pour raisonner solidement, jugeons d'après les faits. Nous voyons sur notre terre d'abord des substances matérielles soumises aux lois de la mécanique, de la physique et de la chimie. De ce nombre sont les parties solides qui constituent les continents, les eaux des mers et des fleuves, les gaz de l'atmosphère et ceux qui s'exhalent de la terre : c'est le règne inorganique, le règne minéral; la vie n'est nulle part. Tel était le globe au moment des formations primitives. Ce globe ayant marché vers une période de refroidissement, la vie y a paru par les végétaux d'abord, lesquels n'ont que le principe vital en sus de la substance matérielle. Il est convenable de penser que le Créateur avait dans sa prescience organisé tout pour que, dès que le principe de la vie pourrait apparaître dans le monde, la possibilité de la vie se transformât en réalité. En un mot, il semble convenable à l'idée que nous nous faisons de la sagesse suprême qu'il n'ait pas été besoin alors d'une

nouvelle opération. On en dira autant pour le principe de l'instinct ou de la volonté, que les animaux possèdent à l'exclusion des végétaux, et qui s'est développé spontanément au moment où les animaux ont pu vivre sur la terre ou dans les eaux. Plusieurs catastrophes, dont les profondeurs de la terre gardent des témoignages, ont modifié à plusieurs reprises la vie animale et la vie végétale jusqu'à la dernière et récente catastrophe qui a introduit sur la terre l'homme, c'est-à-dire l'âme, principe distinct de la vitalité des plantes et de l'instinct des animaux. Si haut que ce principe d'intelligence place l'homme, il est encore assez inférieur à la puissance créatrice pour qu'on puisse admettre que l'âme est entrée sur la scène du monde au moment où une organisation convenable s'est produite suivant les prévisions de l'auteur de la nature; ce qui est une création tout aussi réelle, mais bien plus noble, que la fabrication immédiate de l'être humain, que rien d'ailleurs n'empêche de regarder comme symbolique.

Je ne puis éviter de répéter ici que ces quatre grands principes du monde terrestre, — la matière brute, le principe de la vie, le principe de l'instinct et l'âme, — peuvent être définis expérimentalement, c'est-à-dire d'après les faits. On peut établir que le principe de la vie, commun aux végétaux, aux animaux et à l'homme, est caractérisé par sa dérogation aux lois de la physique, de la chimie et de la mécanique, qui gouvernent les substances purement matérielles. Le principe de l'instinct ou de la volonté peut être défini comme étant le principe que les animaux et l'homme possèdent, à l'exclusion de la matière inorganique et des végétaux.

Enfin on peut considérer l'âme comme étant l'essence intellectuelle que possède l'homme, à l'exclusion de tous les autres êtres de la création actuelle.

Comme, à chaque changement de scène qui a eu lieu sur notre globe, des êtres de plus en plus parfaits y ont apparu, l'analogie et l'imagination entrevoient avec complaisance l'apparition d'un être plus parfait, doué d'un principe nouveau, qui serait autant supérieur à l'âme que celle-ci est au-dessus de l'instinct animal. Alors, par rapport à ce nouveau souverain de la terre, l'homme ne serait que ce que le chien est à l'homme. M. Whewell semble caresser complaisamment cette idée, qui du reste n'est pas neuve; mais en tout cas, et heureusement pour nous, il faudra longtemps attendre la réalisation des belles destinées de notre terre, car cette mutation d'êtres coïnciderait sans aucun doute avec une nouvelle catastrophe de la surface terrestre qui changerait la nature de l'air et la proportion de ses gaz. Or la dernière catastrophe est tellement récente (puisqu'on ne peut la faire remonter beaucoup au delà de six mille ans), que l'ordre physique actuel est établi pour bien des milliers et sans doute pour bien des millions d'années. Nous en avons la preuve dans les immenses périodes de temps qu'ont exigées les formations intermédiaires entre deux époques de catastrophes superficielles de la terre, temps qui sont presque incalculables.

Mais, dira-t-on encore, s'il suffit d'un changement brusque dans l'air, dans la chaleur et dans les autres circonstances météorologiques de la terre pour changer la forme de la vie animale et végétale, et même pour

introduire des principes nouveaux, n'y aurait-il pas un moyen artificiel d'opérer, dans un espace limité, des changements considérables et brusques qui pourraient modifier nos espèces existantes? Admettons par exemple que, rassemblant un grand nombre d'insectes ou de petits animaux vertébrés de tout âge, de tout état de santé et de maladie, on change tout à coup l'air qu'ils respirent, tant pour sa nature chimique que pour sa température et son arome. S'il y a, par exemple, mille individus, il n'en subsistera que vingt, peut-être dix, peut-être encore moins, après cette rude épreuve; mais admettons qu'un seul même y résiste et qu'il soit fort jeune : voilà un animal qui se développera dans un milieu tout différent du premier, et qui pourra changer considérablement sa nature primitive, et cela sans attendre une nouvelle catastrophe, sans en courir les risques, sûrement mortels pour notre espèce. Nous pourrions savoir ainsi quelque chose de nouveau sur une matière bien importante. J'ai déjà parlé dans un précédent article des immenses chambres de cristal dans lesquelles M. Ville fait végéter les plantes, dont il observe les actions organiques sur l'air, avec les rayons du soleil comme à ciel ouvert. Eh bien, si dans des appareils semblables on soumettait des plantes ou des animaux aux épreuves que je viens d'indiquer, qui sait ce qu'on en apprendrait? Paracelse avait, dit-on, dans un bocal, un petit homme qu'il avait produit à l'aide de la chimie, et qu'il consultait avec avantage. Évidemment c'était un tour d'escamotage. En admettant toutefois que des expériences de cette nature pussent réussir, ne serait-il pas extrêmement curieux d'évoquer pour ainsi

dire à l'avance une partie de la future population du monde? Je suis parfaitement sûr d'avoir entendu dire *en bon lieu* que l'homme était un ancien crocodile, qui, à la dernière catastrophe, s'est transformé et développé dans son organisation de manière à s'allier avec le nouveau principe, c'est-à-dire la pensée. Alors les diverses races humaines seraient descendues de divers crocodiles plus ou moins modifiés dans le changement météorologique du globe!

Mais gardons-nous de rire en ce grave sujet.

J'ai toujours soutenu victorieusement cette thèse, qu'il faut savoir ignorer. Toutes les fois qu'un fait nouveau, une découverte scientifique quelconque se fait jour, on lui demande le secret de bien des choses qu'elle est impuissante à révéler. Combien de fois n'a-t-on pas en médecine espéré obtenir des cures merveilleuses par l'électricité, le galvanisme et les influences nerveuses avec ou sans le concours de l'imagination! On a de même espéré que les découvertes de la chimie, de la physique et de l'astronomie surtout nous éclaireraient sur des questions métaphysiques ou théologiques que l'esprit humain poursuit en vain depuis le commencement du monde. Aucun succès n'a couronné ces espérances. Nous n'en savons pas plus que nos pères sur ce qui regarde l'essence des choses, ou, si l'on veut, sur l'absolu. Le secret des progrès récents des sciences est tout entier dans la recherche des vérités de comparaison, qui sont bien plus accessibles à l'esprit humain que ce qui touche à l'essence même des choses. Ainsi, sans avoir besoin de notions sur la nature intime du temps,

je puis mesurer une durée et dire combien elle contient de jours, d'heures, de minutes et de secondes. C'est donc en vain que l'on demanderait aux théories astronomiques le secret ou plutôt les secrets de l'humanité. Les lumières qu'elles nous offrent ne peuvent servir qu'à reconnaître l'erreur ou l'imposture de ceux qui ont tiré de quelques parties de la science sidérale des moyens d'influence peu légitimes, comme les devins et les astrologues.

Nous ne voyons donc pas comment la croyance à la pluralité des mondes peut être, ainsi que sir David Brewster l'affirme dans le titre de son livre, le *credo* du philosophe et l'espérance du chrétien. Les inductions scientifiques qui peuvent fixer les présomptions et déterminer la conviction sur cette matière n'ont rien à dire pour la destinée future de l'homme. Comme tous les ouvrages de la nature, ces idées peuvent porter à l'admiration de l'univers et de la puissance créatrice. Néanmoins, sous ce point de vue même, la nature animée offre des effets d'organisation et de prescience bien au-dessus de tout ce que les mouvements des corps célestes peuvent nous révéler. Si l'esprit humain a triomphé dans les théories astronomiques malgré les distances et les influences mutuelles, c'est que le sujet était comparativement aisé et saisissable par les formules mathématiques; mais prenez le moindre grain de blé, et tâchez de pénétrer le mystère de ces germes qui se perpétuent à l'infini en se multipliant, se divisant et se reproduisant toujours les mêmes! Quelles causes motrices emmagasinerez-vous par la pensée dans des espaces si infiniment petits pour qu'il en résulte ce qu'on

observe? La pénétration de la pensée vient bien vite se briser contre de tels obstacles à la connaissance de la vérité, et bon gré mal gré on est promptement réduit à *ignorer*.

L'un et l'autre des ouvrages qui m'ont servi de texte se terminent par un chapitre sur les destinées futures de l'univers. Voici les curieux points de vue sous lesquels M. Brewster envisage l'état futur de l'homme après cette vie : « L'astronomie, dit-il, réunit à un haut degré les intérêts du passé, du présent et de l'avenir!... L'Écriture sainte n'a point parlé d'une manière explicite de la future résidence des élus, mais la raison a combiné les notions éparses qu'ont laissé échapper les inspirés, et avec une voix presque d'oracle elle a proclamé que l'auteur des mondes placera les êtres de son choix dans les mondes qu'il a créés... La raison nous porte à croire que notre corps matériel, qui doit ressusciter, sera sujet encore aux lois de la nature et résidera dans une demeure matérielle... C'est l'astronomie seule qui découvre à l'œil du chrétien la mystérieuse étendue de l'univers, et lui crée un paradis compréhensible dans un monde à venir. » Voilà des idées bien nouvelles et des spéculations d'une intelligence qui ne peut s'arrêter dans un doute prudent et dans une incertitude pénible! A ceux qui nous demanderaient s'il faut croire à la réalité de cette organisation de l'avenir, nous dirons avec Fontenelle : « Pourquoi non? »

La conclusion du révérend Whewell est parfaitement opposée; il pense que la science et la philosophie ne peuvent point donner à l'homme la conviction d'un avenir glorieux. Il reconnaît cependant que

si les inductions scientifiques prouvent quelque chose, c'est que le Créateur peut produire un être aussi supérieur à l'homme que l'homme dans la plénitude de la perfection l'est aux brutes, et de plus que l'intelligence humaine est d'une nature divine et par suite impérissable. M. Whewell semble attendre pour l'homme une transformation en un être de nature supérieure. *Fiat!*

Quelle est donc, dans l'état actuel de la science, la conclusion à laquelle on doit s'arrêter relativement à la pluralité des mondes? D'abord nous ferons observer qu'il n'est nullement nécessaire d'avoir une opinion arrêtée là-dessus ni pour la théologie, ni pour la métaphysique, ni pour la philosophie, pas même pour le progrès des sciences d'observation. Cette proposition une fois établie, si une curiosité bien louable nous porte à rechercher la vérité ou plutôt la vraisemblance dans les questions de cet ordre, nous dirons qu'il est probable et même presque certain que les planètes qui entourent notre soleil et toutes les étoiles sont habitées comme la nôtre et avec tous les degrés d'intelligence et toutes les variétés d'organisation que l'on peut admettre. Quant aux soleils et aux lunes, nous n'avons aucune induction qui nous conduise à les peupler.

Fontenelle fait très-bien observer qu'on n'a aucun moyen de se figurer les êtres vivants des planètes autres que la terre. Au commencement de ce siècle, une expédition française partit pour explorer le continent qu'on appelle aujourd'hui l'Australie. On y trouva des cygnes noirs, des animaux à poils ayant un bec d'oiseau et pas de dents, comme serait un chien de moyenne taille ayant un bec de canard. De plus les quadrupèdes

ne se reproduisaient ni par des œufs ni par des petits vivants. Après une espèce d'avortement, les fœtus se plaçaient dans une poche membraneuse située près de l'organe d'allaitement, et y complétaient dans une adhérence prolongée le développement que les petits des animaux prennent ici avant de naître. Les carnassiers eux-mêmes participaient à cette sorte d'organisation. Où étaient les beaux aphorismes d'Aristote sur la coexistence des organes et sur l'exclusion que l'un donnait à l'autre? Et cependant on n'avait point changé de planète : que serait-ce si l'on abordait un monde nouveau?

La logique seule suffit bien souvent pour embarrasser les fabricateurs d'habitants des mondes étrangers. Ainsi, comme le soleil a son diamètre égal à cent douze fois celui de la terre, on le gratifiait d'habitants ayant une taille égale à cent douze fois la nôtre, ce qui, pour les beaux hommes solaires, faisait une hauteur de 200 mètres, c'est-à-dire environ trois fois les tours de Notre-Dame de Paris; mais comme la pesanteur est à la surface du soleil environ vingt-huit fois ce qu'elle est sur la terre, qu'un habitant de la terre serait sur ce vaste globe comme s'il portait sur ses épaules le poids de vingt-huit de ses semblables, et que par suite il ne pourrait se tenir debout, force fut de réduire les indigènes solaires, et, de géants qu'on les avait d'abord imaginés, d'en faire des pygmées. Au lieu de titans bâtissant des coupoles de la hauteur du Mont-Blanc, c'étaient des peuples de la taille de nos rats, se traînant péniblement vers de petits édifices péniblement construits; en un mot, c'était tout l'opposé de la première

idée. Cette même objection subsiste encore pour les habitants de Jupiter, que M. Brewster, à tout hasard, fait très-grands, car la pesanteur est sur Jupiter deux ou trois fois celle que nous avons ici, et les promeneurs à vide seraient déjà assez embarrassés de se porter eux-mêmes, à moins qu'on n'imaginât des forces vitales et musculaires tout autres qu'ici-bas, ce qui ne s'accorderait pas avec les propriétés physiques de la matière.

C'est à cette ressource que sont réduits les colonisateurs obstinés de notre lune. Ils y mettent des habitants qui vivent sans eau, sans air, sans nourriture, puisqu'on n'y voit aucune végétation. Tout le monde sait qu'excepté le sel, qui est un assaisonnement, tous nos aliments quelconques proviennent d'êtres vivants, soit plantes, soit animaux. Les lunariens, comme on les appelle, seraient donc réduits à lécher les rochers volcaniques de leur immuable contrée; mais de plus ils ne doivent avoir marqué aucune empreinte de leurs pas sur des sentiers ou des chemins perceptibles à nos instruments; enfin ils doivent eux-mêmes être invisibles, même en troupes nombreuses, car autrement ils tomberaient sous nos sens. Je n'ai pas présent à la mémoire le nom du savant qui voulait disposer dans les steppes de la Russie des signaux de feu en figures géométriques pour provoquer les lunariens à une correspondance. D'après ce que nous venons de dire, la seule réponse qu'on pourrait en attendre, c'est qu'ils n'existent pas.

Il est une espèce de raisonneurs qu'il n'est pas facile de contenter, ce sont les partisans des causes finales,

ou plutôt ceux qui veulent les introduire partout. Si vous ne mettez pas d'hommes dans la lune, vous disent-ils, à quoi voulez-vous faire servir ce bel astre, qui d'un bord à l'autre a plus de 3,000 kilomètres, et dont la masse, fixée récemment par M. Le Verrier, est la quatre-vingt-quatrième partie de la terre? C'est comme si l'on perdait ici-bas une ou deux des quatre parties du monde. L'objection paraît pressante; mais ceux qui la font s'exposent à ce qu'on leur demande à quoi a servi la terre elle-même pendant bien des siècles, puisqu'il n'y a que six mille ans environ qu'elle est peuplée par la race humaine? Est-il donc si difficile d'admettre le doute et l'indécision parmi les éléments de la raison?

Je terminerai par quelques mots sur l'*habitabilité* des comètes. En général on n'y a pas mis des habitants avec autant d'insistance que sur la lune. Il en est bien un peu question dans les *entretiens* de Fontenelle; mais s'il est une constitution physique qui n'admette pas de supposition pareille, c'est certes celle des comètes. On ne peut trop redire que la matière qui compose ces astres est tellement légère, tellement gazeuse, tellement disséminée, qu'il n'y a aucune imagination qui puisse se figurer cet excès de rareté. Plusieurs bons esprits se sont plu à entretenir les craintes anciennes que causait leur apparition, et ils ont recherché ce qui arriverait dans le cas du choc d'une comète avec la terre. Ils voyaient aussitôt les mers sortir de leurs bassins et balayer le monde. L'inclinaison de l'axe de la terre changeait. Une rotation nouvelle se produisait; il y avait un nouvel équateur, une nouvelle écliptique. Tout ceci arri-

vait parce qu'on faisait de la comète un corps consistant et massif comme la terre. Or la masse d'une comète est tellement petite, que la terre, en la choquant, ne serait pas plus ébranlée dans sa stabilité qu'un convoi immense sur un chemin de fer ne l'est de la rencontre d'un moucheron. Il me suffira d'ajouter à tout ce que j'ai déjà dit là-dessus ces paroles de sir John Herschel (1) : « La queue d'une grande comète, autant que nous pouvons nous en faire une idée, se compose d'un petit nombre de livres de matière, peut-être même seulement de quelques onces ! » D'autre part, le poids de la terre est de cinq mille sept cents milliards de milliards de tonnes, ou, en chiffres,

5,700000,000000,000000,000000 de kilogrammes.

Mais ici comme partout le charlatanisme d'un côté, le besoin d'émotions de l'autre, l'emporteront toujours sur la froide vérité.

---

(1) *Outlines of Astranomy*, art. 559.

(Janvier 1855.)

FIN DU TROISIÈME VOLUME.

ÉTUDES ET LECTURES

SUR

LES SCIENCES D'OBSERVATION

ET

LEURS APPLICATIONS PRATIQUES.

L'Auteur et l'Éditeur de cet ouvrage se réservent le droit de le traduire ou de le faire traduire en toutes langues. Ils poursuivront, en vertu des Lois, Décrets et Traités internationaux, toutes contrefaçons, soit du texte, soit des gravures, et toutes traductions, faites au mépris de leurs droits.

Le dépôt légal de cet ouvrage (IVe volume) a été fait à Paris dans le cours du mois de septembre 1857, et toutes les formalités prescrites par les Traités sont remplies dans les divers États avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent Ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, la signature de l'Éditeur, sera réputé contrefait. Les mesures nécessaires seront prises pour atteindre, conformément à la loi, les fabricants et les débitants de ces exemplaires.

Mallet-Bachelier

PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER, rue du Jardinet, 12

ÉTUDES ET LECTURES

SUR

LES SCIENCES D'OBSERVATION

ET

LEURS APPLICATIONS PRATIQUES,

PAR M. BABINET,

De l'Institut (Académie des Sciences).

QUATRIÈME VOLUME.

PARIS,

MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1857

L'Auteur et l'Éditeur de cet ouvrage se réservent le droit de traduction.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

La Terre avant les époques géologiques..... 9

De la Constitution intérieure du globe terrestre et des Tremblements de terre..... 53

De la Pluie et des Inondations..... 101

L'Astronomie en 1855..... 125

Les Saisons sur la terre et dans les autres planètes.... 157

Sur les Progrès récents de la Galvanoplastie..... 191

De l'Application des Mathématiques transcendantes.. 211

La Vie aux divers âges de la terre..... 251

Des Eaux minérales et de la Chaleur centrale de la terre..... 287

LA TERRE

AVANT LES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES.

LA TERRE

AVANT LES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES.

> Namque canebat uti magnum per inane coacta
> Semina terrarumque animæque marisque fuissent,
> Et liquidi simul ignis : ut is exordia primis
> Omnia, et ipse tener mundi concreverit orbis.
>
> Il disait dans ses chants comment au sein de l'immensité de l'espace s'étaient rassemblés les principes de la terre, de l'air, de l'eau et du feu ; comment avec ces éléments primitifs s'était formée la nature entière, et le globe terrestre lui-même encore dans l'enfance.
>
> (VIRGILE, *Églogues*.)

La fin du siècle dernier et le commencement de celui-ci ont été illustrés par les travaux d'un géomètre du premier ordre, Laplace, que l'on a souvent appelé le *Newton français*, au grand honneur de l'un et de l'autre de ces éminents génies. On a dit depuis longtemps qu'Homère avait fait Virgile, à quoi les partisans du poëte romain répondaient que si Homère avait fait Virgile, c'était sans contredit son meilleur ouvrage : on pourrait dire la même chose de Newton par rapport à Laplace. Toutefois, en reconnaissant que Laplace, ainsi que Newton, appliqua à l'astronomie théorique sa puissante organisation mathématique, il faut reconnaître

aussi que l'objet de leurs travaux fut bien distinct. Newton, fort des principes de la mécanique inaugurée par Galilée et de la grande loi de l'attraction universelle découverte par lui-même, avait dévoilé le secret des mouvements célestes, sur quoi Lagrange, contemporain de Laplace, disait presque avec humeur : « Il faut avouer que Newton a été bien heureux de trouver un monde à expliquer ! » Mais ce même Newton, dont la réputation en France et dans le monde entier fut si redevable à Voltaire et à Mme du Châtelet, après avoir entrevu que l'influence réciproque de toutes les planètes devait troubler leur marche et les faire dévier de l'ellipse parfaite que seules elles décriraient autour du soleil, crut que tôt ou tard cette cause perturbatrice dérangerait le monde, et qu'enfin l'univers *aurait besoin d'une main réparatrice*. C'était, en d'autres termes, admettre que la puissance créatrice qui avait produit l'univers n'avait pas été assez prévoyante pour lui donner une organisation stable. Leibnitz, le rival de Newton dans l'invention du calcul infinitésimal, mais métaphysicien d'un ordre bien supérieur, contesta énergiquement la singulière assertion de Newton ; il montra qu'il était absurde d'admettre que celui qui avait primitivement fait le monde n'eût pas su en assurer indéfiniment la conservation, et qu'il fût de temps en temps obligé de remettre la main à son œuvre. Sénèque avait dit de l'auteur de la nature ces mots sublimes : *Semel jussit, semper paret ;* « il a ordonné une fois, et depuis il s'obéit à lui-même. » Enfin David, le premier des inspirés, affirme que Dieu ne se contredit pas : *Dominus juravit et non pœnitebit eum.*

Ce sont principalement ces perturbations réciproques des corps célestes qui ont exercé le génie de notre Laplace. Aidé des progrès que l'analyse mathématique transcendante avait faits depuis Newton, Laplace attaqua de front ces inextricables difficultés. Au moyen d'approximations habilement conduites, il put aborder des problèmes que ses devanciers avaient jugés au-dessus des forces de l'esprit humain. Il mesura la portée de ces actions secondaires que Newton avait crues capables de faire péricliter le monde : il reconnut qu'elles étaient essentiellement périodiques, et qu'après avoir un peu faussé dans un sens la marche régulière des planètes, elles agissaient ensuite en sens contraire, défaisant plus tard le petit effet nuisible qu'elles avaient d'abord produit, et balançant le système du monde autour d'un état moyen dont il s'écarte très-peu, à peu près comme le long du cours de l'année les vingt-quatre heures du jour tantôt allongent, tantôt diminuent de quelques secondes l'intervalle de temps précis qui sépare deux midis successifs. Chose curieuse, on vit un esprit éminemment religieux révoquer en doute la sagesse et la prescience de la Divinité, et un esprit sceptique établir que le monde était assujetti à des lois tellement sages, que sa stabilité ne courait aucun risque! Le temps lui-même, dont Newton avait craint la fatale influence, concourait à assurer l'édifice en ramenant en sens contraire les effets qui primitivement avaient pu tirer le système du monde de sa position moyenne. Suivant la belle expression de Claudien, Laplace avait absous la Divinité :

Absolvitque deos....

Ce serait une tâche curieuse que de faire connaître ces brillantes et importantes déductions de l'analyse transcendante, qui, entre les mains des héritiers de Newton et de Laplace, et notamment dans celles de M. Le Verrier, ont conduit à des résultats si inattendus pour le présent, le passé et l'avenir du monde solaire. Quelque admirables qu'ils soient cependant par la puissance de l'analyse, les travaux de Laplace s'offriront à nous aujourd'hui sous un autre aspect, et nous aideront à suivre les développements principaux de la science du globe dans le triple domaine de la cosmographie, de la géologie, et particulièrement des recherches cosmogoniques.

Laplace fait justement remarquer que l'astronome, qui dans ses formules embrasse l'ensemble des mouvements célestes, peut en ce sens *prédire l'avenir*, puisque ayant le secret de ces mouvements il peut annoncer quelles seront dans les âges futurs les positions des astres. Le passé, pour l'espèce humaine, est à peu près aussi obscur que l'avenir, car chacun sait combien faible est la certitude de l'histoire, cette mémoire du genre humain, aussi peu infaillible que la mémoire des individus. Les formules de l'astronomie mathématique nous disent quel était il y a plusieurs siècles l'état du ciel, comme elles nous disent ce qu'il sera dans les siècles à venir, et quand une éclipse ou un autre phénomène céleste correspond à un fait historique, on sait avec précision dans quelle année, dans quel mois et à quel jour il faut placer l'événement désigné par cette chronologie astronomique.

Ce n'est pas seulement toutefois aux événements his-

toriques que la curiosité ambitieuse de l'esprit humain vient s'attaquer, et l'état actuel du globe, avec les traces qu'y ont laissées les catastrophes diverses qu'il a subies, semble provoquer la recherche des causes qui ont amené successivement les divers dépôts et stratifications qui composent le sol que nous foulons aux pieds. Là, les dépôts de la mer et ses productions végétales et animales alternent avec les dépôts formés à découvert sous l'air et le ciel. Chaque couche fluviale ou marine est une immense catacombe des êtres existants à une époque ancienne, et d'après la lenteur de formation de ces couches successives on juge pendant combien de millions de siècles la nature a été en travail producteur pour arriver à l'état actuel avec l'homme, qui sur la terre ne date que d'un petit nombre de milliers d'années, et qu'à la lettre on peut dire n'exister que d'hier. Il s'agit donc de reconstituer les âges passés de la terre et sa population d'êtres vivants à chaque période. Tel est le problème que la nature semble jeter en défi à l'intelligence humaine avec toutes ses complications, et rien n'est plus littéralement applicable à ceux qui recherchent les causes de l'état actuel de la terre que cette expression biblique, que le *monde a été livré en proie à leurs discussions* (*mundum tradidit disputationi eorum*). Plus d'une fois même, le zèle pour la vérité a engendré la passion, et la géologie a eu ses volcans et ses tremblements de terre au moral comme au physique.

Il y aurait bien un moyen simple de se tirer d'affaire : c'est de prétendre, avec l'éloquent Bernardin de Saint-Pierre, que tous les êtres dont nous voyons les débris

dans les entrailles de la terre n'ont réellement pas vécu, et que le monde *a été fait tout vieux*. Telle est la propre expression de ce génie si éminemment littéraire. Suivant lui, le monde n'a point eu d'enfance. Il a été créé de manière à fonctionner tout de suite. Des forêts en pleine croissance ont été formées telles que nous les voyons aujourd'hui, pour abriter ou nourrir des animaux qui n'avaient point passé par l'enfance et l'âge adulte. Les oiseaux de proie ont alors dévoré des cadavres qui n'avaient point eu la vie. *On y a vu des jeunesses d'un matin et des décrépitudes d'un jour*. Enfin, si les couches inférieures du sol tiennent en dépôt de si prodigieuses quantités de végétaux, de coquillages, de débris de poissons, d'oiseaux, de quadrupèdes, semblables ou non semblables aux habitants actuels de la terre, c'est que leur présence était nécessaire à l'harmonie du globe. Si l'on admettait cette théorie, il faudrait admettre que la nature a voulu préparer à l'homme une étrange déception, car elle a organisé les terrains de nos continents de manière à convaincre l'esprit le plus incrédule que l'état actuel du globe avec ses habitants d'aujourd'hui n'est pas le premier état qui ait existé. En tenant compte seulement de la vie à ciel découvert, les habitants de Londres ne sont que les seconds locataires de leur contrée, les Parisiens n'en sont que les troisièmes occupants, et les Autrichiens de Vienne sont la quatrième population de leur localité.

L'histoire et la théorie des catastrophes successives qui ont peuplé et dépeuplé alternativement d'animaux marins et terrestres les diverses parties de notre globe, constituent ce qu'on appelle les *époques géologiques* et

quelquefois les *époques de la nature*, quand on ne considère celle-ci que dans l'enceinte de notre terre. Pour porter le flambeau dans la nuit des siècles antérieurs, on s'aide de toutes les lumières des sciences. Les lois de la mécanique, de la physique, de la chimie, sont consultées et donnent l'exclusion ou la confirmation aux hypothèses proposées par l'imagination, qui à l'ordinaire marche toujours en avant, négligeant un pénible contrôle qui cependant lui est indispensable. Puis on note toutes les indications relatives à la forme des terrains, à leur nature, à leur stratification, aux débris organiques qu'ils contiennent tant pour les productions de la mer que pour celles de la terre. Le nombre des alternances et des retours de la mer est un élément important de la question, ainsi que la nature du sol que foulaient à chaque époque les générations vivantes qui pullulaient dans certaines localités. Enfin l'atmosphère d'alors, sa composition, son action sur le climat, sur la vie, sur les éléments de la terre, avec sa chaleur présumée, tout est mis en ligne de compte. C'est avec ces données, empruntées à l'observation aidée des lois physiques de la nature, que le géologue ressuscite pour ainsi dire le monde à chacune des époques du passé, à peu près comme les géographes, aidés de l'histoire, nous donnent des cartes de l'empire grec, de l'empire romain ou de l'empire de Charlemagne.

Mais ces fruits de l'arbre de la science, d'un accès si difficile, n'ont pas encore satisfait la soif de savoir qui semble l'élément fondamental de l'âme humaine, toujours prête, comme nos premiers parents, à préférer la science à tout, même au bonheur. L'état du globe ter-

restre antérieur à notre époque devait lui-même résulter d'un état précédent, qui en était la cause, et dont il n'était que l'effet. De proche en proche, on arrivait à la formation de la terre elle-même et des astres; c'était ce qu'on appelait et qu'on appelle encore la *cosmogonie*, ou la théorie de la formation de l'univers. Quand on pense combien les anciens avaient fait peu de progrès dans les sciences d'observation, et avec quel succès au contraire ils avaient cultivé les arts d'imagination, on conçoit facilement combien de cosmogonies durent être admises, même en faisant abstraction de toutes les cosmogonies théologiques. La hardiesse des *faiseurs de mondes* imaginaires a persisté presque jusqu'à nos jours, et Descartes lui-même, le père du doute et de la réserve, on ne peut plus infidèle à ses principes, avait fait le monde avec *le plein et la matière subtile mue en tourbillons*. Cicéron disait qu'il ne concevait pas que deux aruspices pussent se regarder sans rire; et moi je dis que je ne conçois pas comment Descartes, ce grave métaphysicien, pouvait sérieusement se regarder dans une glace!

Avant d'aller plus loin, précisons bien exactement, et en remontant vers le passé, les trois époques ou périodes de la nature entre lesquelles nous venons de voir se partager la curiosité de l'esprit humain. Il y a d'abord la période actuelle, c'est-à-dire l'ordre de choses dans lequel nous vivons depuis la dernière catastrophe du globe, qui date seulement de quelques dixaines de siècles. C'est l'*époque historique*, qui n'est caractérisée que par de petits changements très-lents dans la forme et l'aspect actuel des continents et des mers, change-

ments qui semblent la continuation affaiblie de l'effet des grandes causes qui ont amené le dernier bouleversement. En second lieu, il y a la période ou les *époques géologiques*, comprenant tous les changements qui, à plusieurs reprises, ont bouleversé subitement la face du globe, déplacé les mers, remplacé en chaque localité la vie à ciel découvert par la vie sous-marine, et réciproquement, englouti des populations entières d'êtres vivants, végétaux et animaux, et laissé dans les entrailles de la terre, par la nature et la position des roches primitives et volcaniques, aussi bien que par les dépôts et stratifications postérieures et par les débris des êtres vivants à chaque âge de la terre, des monuments permanents dont l'inspection offre au géologue des hiéroglyphes bien autrement importants à déchiffrer que ceux de l'Égypte et de l'Assyrie. La troisième et la plus ancienne époque de la nature est l'*époque cosmogonique*. La science qui traite de cette époque considère comment l'état de la terre, au commencement des âges géologiques, a pu être la suite d'une formation astronomique probable, d'où la terre et les planètes, comme la lune et les satellites, auraient tiré leur origine; elle remonte ainsi jusqu'au moment où les corps célestes qui peuplent le ciel par multitudes innombrables n'étaient encore qu'une matière chaotique disséminée dans l'univers, laquelle, sous l'influence des lois bien connues de la chaleur et de l'attraction, et avec l'aide de ce grand enfanteur de toutes choses, le temps, a donné naissance aux amas d'étoiles, aux soleils, aux planètes et aux satellites.

De ces trois âges du monde, l'âge cosmogonique,

l'âge géologique, l'âge historique, le premier seul est ici l'objet de notre étude. C'est en prenant pour guide le génie de Laplace et ses déductions mathématiques que nous essayerons de soulever le voile que le temps et la nature ont jeté sur l'histoire primitive de notre planète. Tout a cédé au génie de l'homme, et ce « temps qui dévore tout ce qu'il crée, et ce passé envieux qui détruit comme le temps. »

> Tempus edax rerum, tuque, invidiosa vetustas,
> Omnia destruitis...

Il serait injuste de ne pas placer en tête de toutes les cosmogonies celle qui se trouve au commencement des livres saints, et qui, depuis plusieurs années, a tant exercé la sagacité des théologiens et des savants, surtout de ceux du protestantisme. Partant de ce principe métaphysique, parfaitement infaillible, que deux vérités ne peuvent pas être en opposition, ils ont recherché avec soin la concordance des Écritures avec la géologie, et ils se sont appuyés des découvertes de celle-ci pour pénétrer le sens souvent obscur des expressions bibliques. On compterait par centaines le nombre des ouvrages théologiques ayant pour objet *la concordance des quatre évangélistes*. Eh bien, la concordance de la géologie et de la Genèse menace d'en produire encore davantage. Des fondations pieuses en Angleterre ont été consacrées à cette recherche, tant il est vrai que l'esprit humain ne peut se résoudre à ignorer même ce que peut-être il lui est impossible de savoir! Tout en ne partageant pas la sollicitude inquiète qui pousse vers cet ordre d'idées les sectes chrétiennes où prévaut le

libre examen individuel, et en laissant de côté l'interprétation symbolique ou littérale des diverses assertions du *livre*, qui en France ont été suivies avec la plus rare sagacité par M. l'abbé de Tinseau jusque dans leurs extrêmes déductions, nous reconnaîtrons et nous prendrons dans la Bible une date bien exacte de l'époque où s'est opérée la dernière catastrophe qui a donné à la surface de la terre l'aspect que nous lui voyons aujourd'hui.

Mais dépassons l'époque de cette dernière catastrophe; remontons au delà des âges historiques, au delà même des âges géologiques. Où était alors notre terre? D'où vient-elle? A-t-elle toujours occupé sa place actuelle dans le monde planétaire? Si elle a fait partie du chaos, comment en est-elle sortie? A quelle origine faut-il rapporter et sa formation et celle de toutes les autres planètes solaires? Celles-ci, au moment où j'écris, sont pour nous au nombre de quarante-trois, savoir quatre planètes de grosseur moyenne voisines du soleil : Mercure, Vénus, la terre (ou Cybèle), et Mars; quatre grosses planètes éloignées du soleil : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune; enfin trente-cinq petites planètes dans une position intermédiaire entre Mars et Jupiter. Il y a quelques jours encore, ce nombre n'était que de trente-deux; mais grâce à la découverte de M. Chacornac de l'Observatoire de Paris, à celle de M. Goldschmidt dans son atelier de peintre, aussi à Paris, et enfin à celle de M. Luther, à l'Observatoire de Bilk, près de Düsseldorf, nous en comptons aujourd'hui trente-cinq.

Les questions que nous venons de poser ont été débattues de tout temps par les savants comme par les

poëtes; nous ne voulons résumer ni les théories des uns, ni les rêves des autres. Nous arrivons tout de suite à une des plus célèbres cosmogonies, celle de Buffon, qui imagine faire sortir la terre et les planètes de la substance même du soleil au moyen d'une comète qui, venant choquer cet astre, en aurait détaché une traînée de matière fondue, dont les diverses parties, se conglomérant par l'attraction newtonienne en sphères de matière liquide, seraient devenues les divers globes planétaires qui circulent autour du soleil. Il est heureux que le choc en question n'ait eu lieu qu'une fois, car autrement il y aurait plusieurs systèmes de planètes autour de notre soleil; et tandis que toutes nos planètes tournent autour de l'astre central d'occident en orient, suivant le zodiaque, il y aurait eu d'autres ensembles de planètes qui suivraient d'autres zodiaques autour de cet astre. Alors la stabilité du système établie par Laplace n'aurait plus lieu, et il y aurait à craindre l'effet des perturbations mutuelles de ces planètes, différentes de route comme d'origine. Laplace, et même tous ceux qui ont la moindre notion des mouvements d'un corps autour d'un centre attirant, savaient que quand un corps qui circule autour d'un autre a passé une fois par un point, il y revient à chacune de ses révolutions. Ceux qui, connaissant cette loi, adoptaient la théorie de Buffon, devaient donc se demander pourquoi les planètes ne revenaient pas constamment toutes passer par le point d'où elles avaient été détachées du soleil, et en raser la surface, tandis qu'au contraire elles tournent autour de lui dans des orbites presque circulaires et indépendantes les unes des autres. Enfin la preuve que

l'idée de Buffon était inadmissible, c'est que l'observation nous a appris que toutes les comètes sont des corps tellement légers et si peu compactes, que le choc d'une comète, bien loin de pouvoir détacher du soleil une masse considérable de matière, ne pourrait même pas se faire jour au travers de notre atmosphère pour venir heurter notre globe.

Ce qu'il y avait de conforme aux faits dans l'hypothèse de Buffon, c'était que chaque planète, ainsi détachée d'un globe ardent, pouvait être considérée comme une masse fluide de chaleur et complétement fondue. Tel est en effet l'état où se trouve encore l'intérieur de notre terre. A mesure que l'on pénètre à des profondeurs de plus en plus grandes, la chaleur augmente graduellement; et, d'après la loi de l'augmentation de cette température, on conclut qu'à une profondeur de 60 kilomètres toutes les matières que nous connaissons comme appartenant à la masse centrale de la terre doivent être en fusion. D'après ce système, un puits très-profond doit être plein d'eau chaude, puisque le fond en est dans une région où la chaleur est considérable. Telle est la cause de la température élevée des eaux provenant des puits forés à une grande profondeur; telle est encore la cause des eaux thermales naturelles qui, pour être telles, n'ont besoin que de provenir d'une cavité profonde, comme il doit s'en rencontrer dans les terrains à couches très-accidentées et qui ont été disloquées dans les diverses rechutes qui ont suivi la diminution du noyau de la terre, à mesure qu'il se contractait en se refroidissant; telle est enfin la cause qui, dès que l'écorce solide du globe vient à se

fendre ou à se briser, amène à sa surface, sous forme de lave, la matière fondue elle-même dont le noyau de notre planète est formé.

Buffon n'a pas suivi toutes ces déductions modernes de la science géologique; mais l'origine ignée qu'il attribue à la terre se trouvant d'accord avec les faits subséquents, on pouvait ne pas se montrer trop difficile sur la vraisemblance de l'hypothèse par laquelle il prétend expliquer l'état primitif du globe. Cet état est prouvé par la configuration même de cette planète et de toutes les autres qui ont la forme aplatie d'une orange, laquelle ne convient qu'à des corps fluides tournant sur eux-mêmes. La mécanique seule suffit pour démontrer mathématiquement ce fait important; mais l'importance même d'un tel résultat a engagé les expérimentateurs à le reproduire. Ils ont donc emprisonné de l'eau dans une enveloppe flexible; et, la posant sur une plate-forme tournante, ils ont vu la boule fluide s'aplatir en s'étendant dans le sens où se faisait la rotation. Le célèbre physicien de Gand, M. Plateau, correspondant de l'Institut de France, a opéré encore plus délicatement. Il a fait artistement flotter une grosse boule d'huile dans un mélange d'eau et d'alcool. Cette boule, sans enveloppe, était soutenue par le fluide environnant, comme si elle eût été dans l'air, sans appui et sans pesanteur. Faisant ensuite tourner le vase qui la contenait, ainsi que le liquide environnant, il voyait la boule d'huile s'aplatir légèrement, comme la terre et Mars, quand le mouvement était faible; mais avec une vitesse de rotation plus grande, l'aplatissement était égal ou même supérieur à l'aplatissement de Jupiter et

de Saturne, lesquels tournent sur eux-mêmes avec rapidité, avec des jours de neuf à dix de nos heures terrestres, et par suite nous offrent des globes bien plus déprimés que la terre et Mars, qui tournent, comme on sait, à peu près en vingt-quatre heures.

Enfin Laplace vint! C'est dans son *Exposé du Système du Monde*, ouvrage singulier de prétention mathématique, qu'il faut chercher ses idées sur la formation mécanique de la terre et des planètes. Ici il n'y a pas à craindre qu'une science sévère vienne contrôler et contredire les déductions d'une théorie due à l'auteur de la *Mécanique céleste*. C'est au contraire la science du mouvement qui sert de guide au théoricien, dès qu'il a posé son hypothèse première, savoir, que la terre et les planètes ont pour origine l'atmosphère même du soleil dont elles ont autrefois fait partie, et qui, en se resserrant autour de l'astre, par suite d'un refroidissement graduel, a dû tourner de plus en plus vite, de manière à rester suspendue à distance, comme la lune reste suspendue au-dessus de la terre, en vertu de son mouvement, qui l'éloigne autant de nous que la pesanteur la ramène, en sorte qu'elle reste toujours à la même distance. C'est en nous appuyant sur le célèbre ouvrage de Laplace, sans en copier servilement le texte, que nous chercherons à résumer les connaissances actuelles sur la physique de l'univers.

Avant de faire des planètes avec les atmosphères des soleils, faisons les soleils eux-mêmes. Tout le monde sait que notre soleil est l'un des individus d'une innombrable multitude d'astres pareils qui trace dans le ciel la bande étoilée, très-irrégulière, qui constitue ce qu'on appelle

la *voie lactée*. Le télescope nous révèle de plus dans le ciel bien des centaines d'agglomérations pareilles qui, à cause de leur prodigieuse distance, paraissent d'une petite étendue, comme serait la moitié ou le quart de l'espace que la lune occupe sur la sphère céleste. Néanmoins les puissants télescopes d'Herschel permettaient d'apercevoir que chacun de ces petits nuages blancs était un composé d'étoiles. On les y voyait comme des grains brillants de sable et de poussière,

Ὅσα ψάμαθός τε κόνις τε,

suivant l'expression d'Homère pour désigner des objets en nombre infini. L'analogie voulait que d'autres petites nébulosités que le télescope ne pouvait séparer en étoiles distinctes fussent considérées comme des amas d'étoiles trop éloignées pour que la vue pût les distinguer. C'est ainsi que les réverbères de la splendide illumination journalière de l'avenue des Champs-Élysées de Paris se distinguent les uns des autres jusqu'à une certaine distance du promeneur; plus loin ils se rapprochent tellement en perspective, qu'il est impossible de les distinguer à l'œil nu; une lorgnette de spectacle permet de les séparer un peu plus loin encore, mais ils finissent par se confondre en vertu de la distance. Qui croirait que cette analogie ne frappa pas l'esprit, que dis-je, le sens commun d'Herschel! Les nébuleuses que son admirable instrument ne résolvait pas en étoiles isolées, furent considérées par lui comme des masses d'une matière continue qu'il appela *matière nébuleuse*, ainsi qu'on désignerait le petit nuage blanc que donne un grain de phosphore qui brûle, ou bien le premier gaz

que dégage une allumette chimique. Et de ces nébulosités, contre toute analogie, *il fit des étoiles!* Suivant lui, une nébulosité, en se condensant, donne naissance à un soleil.

Chose plus étonnante, le sévère auteur du *Système du Monde*, cette incarnation de l'esprit mathématique, adopte de confiance cette bizarre idée. Il voit dans les nébuleuses plus ou moins arrondies des étoiles en voie de formation, c'est-à-dire de concentration, oubliant qu'à l'épouvantable distance où sont ces masses brillantes il faudrait, pour fournir à la matière d'une de ces nébuleuses, bien des milliers de soleils, quelque légère que l'on supposât la matière de ces corps célestes. Ajoutez que ces nébuleuses qu'on croyait irréductibles en étoiles n'étaient pas les plus faibles du ciel. La fameuse nébuleuse d'Andromède se voit très-bien à l'œil nu. Celle d'Orion est encore plus brillante, et même elle est, je crois, la plus brillante du ciel, tellement que Derham croyait que c'était une ouverture dans notre ciel terrestre au travers de laquelle on entrevoyait les splendeurs du ciel empyrée, demeure des bienheureux. J'ai pendant longtemps été seul à combattre l'idée antianalogique du célèbre astronome anglais à grand renfort de raisons physiques et mathématiques. Enfin, dans ces dernières années, lord Rosse inaugura le milieu du XIXe siècle par la construction d'un télescope gigantesque, comme Herschel père en avait inauguré le commencement par les découvertes dues à son télescope de quarante pieds. Alors les nébuleuses rebelles se réduisirent en étoiles, et il fut bien avéré, comme du reste la logique l'avait proclamé

d'avance, que la matière d'une nébuleuse contient de quoi produire une nombre infini d'étoiles.

Faut-il conclure de là que les étoiles n'ont pas été produites par la matière primitive de l'univers qui, en vertu de l'attraction, se serait conglomérée en plusieurs globes solaires? Nullement. La chose n'offre rien d'impossible; mais entre la possibilité et la réalité il y a loin, et en nous hâtant trop d'adopter cette formation, nous ferions injustice à d'autres hypothèses qui se présenteront peut-être. En attendant, les esprits qui ne peuvent rester dans le doute et qui *veulent* à toute force *savoir*, ou plutôt *croire*, pourront admettre une *matière chaotique* primitivement existante dans tout l'univers stellaire, et se rassemblant en masses isolées pour former des étoiles. Ces étoiles ultérieurement se rapprocheront entre elles en prenant un mouvement de rotation, et formeront ces étonnantes nébuleuses en spirales que lord Rosse a découvertes dans le ciel avec son puissant appareil. Ces traînées de soleils tombant vers un centre commun jusqu'à ce que les forces répulsives de la chaleur les arrêtent, sont, à mon sens, le témoignage de la plus immense période de durée que le ciel ait indiquée à l'intelligence de l'homme. Déjà, en voyant des étoiles toutes formées, on pense bien, avec le calme des régions célestes, qu'il a fallu beaucoup de siècles pour amasser, arrondir, dégager, et pour ainsi dire *individualiser* la matière qui compose chaque soleil; mais quand on voit une masse de soleils, une voie lactée tout entière, qui s'est mise en mouvement et a pivoté sur son centre de gravité de manière à former par le rapprochement de ses soleils des spirales d'étoiles

allant en tournant vers un point de réunion future, on est effrayé du temps qu'il a fallu pour produire des effets si grands avec des forces si petites. Pour sentir encore mieux l'immensité de ces périodes de temps écrites dans leurs effets, remarquons que, dans les soleils ou étoiles fixes qui entourent le nôtre, nous observons de minimes déplacements qui n'ont point ôté à ces astres le titre d'étoiles fixes à cause de leur petitesse presque infinie. Or, comparativement, nous voyons ces étoiles de fort près. Que serait-ce donc si nous les observions à la distance où sont les nébuleuses? Leurs mouvements ne seraient perceptibles qu'après des centaines de milliers de siècles. Combien donc de ces milliers de siècles ont dû s'écouler pour avoir eu le temps de produire avec des forces si faibles des effets si prononcés, et pour avoir disposé en files spirales toutes les étoiles d'une nébuleuse! A ce point de vue, la découverte des *nébuleuses spirales* par lord Rosse nous étend l'univers en durée tout autant que les travaux de sir William Herschel et de sir John Herschel l'ont étendu en profondeur par leurs catalogues d'environ quatre mille nébuleuses. Ce nombre, avec le grand télescope d'Herschel, eût été sans doute dix fois aussi grand, et avec le télescope de lord Rosse, qui a six pieds anglais d'ouverture, si on le transportait vers le sommet des hautes régions des montagnes équatoriales, on peut présumer qu'on verrait la voûte céleste entière *plafonnée* de nébuleuses, et ne laissant que de rares interstices sans matière perceptible.

Au reste, tout indique que l'univers, ou, pour parler plus exactement, cette portion de l'univers où nous

sommes confinés, marche vers un degré de refroidissement ultérieur. L'hypothèse même de la formation des étoiles par une condensation et une réunion de la matière chaotique admet tacitement qu'un refroidissement graduel a permis à l'attraction universelle de réunir des éléments stellaires. C'est aussi en vertu de l'attraction devenue prépondérante par suite du refroidissement qu'ont dû s'opérer dans les étoiles toutes formées les traînées spirales qui les ont rapprochées en les faisant tourner autour du centre de gravité de l'ensemble. Ainsi donc voici pour notre soleil les données d'où part Laplace. La matière des soleils, et spécialement celle du nôtre, s'est conglomérée en vertu d'une moindre chaleur ou refroidissement qui a permis aux particules disséminées de se réunir en une vaste masse enveloppée d'une atmosphère qui était d'autant plus étendue que la chaleur primitive était plus grande. La condition de la formation du soleil semble ainsi être identique avec l'idée de refroidissement de l'espace céleste, puisque si la chaleur, force essentiellement opposée à la condensation d'une masse gazeuse, n'eût pas été en faiblissant, on ne voit pas de raison d'admettre la condensation de la matière chaotique en soleils. Nous partirons donc avec Laplace de cette hypothèse d'un refroidissement graduel.

En plaçant l'origine de nos déductions au moment où le soleil formait une vaste masse tournante enveloppée d'une atmosphère que sa chaleur primitive maintenait très-compacte, on voit qu'à mesure que le refroidissement s'opérera, cette atmosphère diminuera de hauteur et se rapprochera de la masse centrale. Tournant alors

dans un cercle plus petit, elle devra aller plus vite, ainsi que l'exige la loi infaillible de la conservation du mouvement. Enfin il arrivera un moment où ce mouvement sera tellement rapide, qu'il contre-balancera la pesanteur dans l'équateur de la masse tournante, et qu'alors toutes les parties qui forment un anneau dans cet équateur resteront suspendues et ne suivront pas le mouvement de condensation du reste de la masse. C'est ainsi qu'aux distances où sont maintenant Saturne, Jupiter, la terre, etc., le soleil, en se refroidissant, a abandonné des bandes annulaires de vapeurs, lesquelles ont toutes gardé dans le sens du zodiaque le sens du mouvement primitif dirigé suivant l'équateur solaire, de l'occident à l'orient, ce qui explique admirablement ce fait si merveilleux que toutes les planètes tournent dans le même sens autour du soleil et à peu près dans le même plan, suivant la route que l'on appelle le zodiaque, et qui traverse le ciel de l'occident à l'orient. Une fois ces bandes circulaires abandonnées et suspendues par leur mouvement même à diverses distances du soleil, la matière de chacune s'est, en vertu de l'attraction, réunie en une seule masse arrondie, et la planète a commencé d'exister sous une forme isolée à peu près semblable à ce qu'elle est maintenant. Il serait un peu long et assez difficile, sans l'aide de figures, de suivre Laplace dans ses déductions ultérieures; il explique très-heureusement comment les planètes ainsi formées se sont mises à tourner sur elles-mêmes dans le sens de leur rotation autour du soleil, ce qui, après leur avoir donné leurs années, a fait leurs jours, et des jours d'autant plus courts que la planète est plus grosse.

De plus, et ceci est capital, à mesure que les planètes se sont refroidies, leur atmosphère a fait autour d'elles ce que celle du soleil a fait autour de cet astre en donnant naissance aux planètes. L'atmosphère des planètes, en se contractant, est restée suspendue en anneaux circulaires qui plus tard ont produit les lunes ou satellites qu'on voit tourner autour de la terre, de Jupiter, de Saturne, d'Uranus et de Neptune. Enfin le système solaire nous offre un exemple de ces anneaux qui se formaient autour des planètes; car Saturne, indépendamment de huit lunes ou satellites, possède toujours un anneau ou plutôt un ensemble de trois anneaux qui ne se sont point encore brisés pour former d'autres satellites à la planète. Voilà une explication bien simple à laquelle on était loin de s'attendre pour un phénomène aussi extraordinaire que le sont les anneaux de Saturne. Je passe bien d'autres conséquences de cette belle théorie, et notamment la cause qui a déterminé dans le mouvement de la lune cette particularité si étonnante, qu'elle nous tourne la même face, particularité que partagent du reste les autres lunes ou satellites par rapport à leur planète principale.

On juge ordinairement de la valeur d'une théorie par le nombre plus ou moins grand de faits qu'elle explique et lie ensemble; mais, de plus, il faut avant tout qu'elle ne soit en contradiction avec aucune loi établie dans la nature. La théorie cosmogonique de Laplace satisfait à toutes ces conditions. Elle est amenée d'abord par les indices du refroidissement graduel qui semble propre à la partie de l'univers que nous occupons. Ce refroidissement se traduit par l'agglomération de la matière pri-

mitive et la formation des soleils. Chaque soleil, encore très-dilaté par la chaleur, est pourvu d'une atmosphère immense qui, d'après les lois du mouvement, abandonne, suivant la direction de l'équateur de ce soleil, des anneaux de cette atmosphère, qui plus tard se brisent et s'arrondissent en planètes. De là tous les mouvements coordonnés dans le même sens et dans la même région du ciel. De là encore tous les mouvements dans des cercles exacts et non point dans des courbes très-allongées qui viendraient raser le soleil pour s'éloigner ensuite considérablement de cet astre, comme cela résulterait de l'hypothèse de Buffon. Ensuite vient secondairement la naissance des lunes ou satellites formés autour des planètes, comme celles-ci l'ont été autour du soleil, puis cette heureuse explication de l'*inexplicable* anneau de Saturne, enfin cent autres détails auxquels cette théorie s'est pliée soit entre les mains de Laplace, soit entre celles de ses successeurs.

D'après la théorie présente, et en nous restreignant à notre planète, nous la voyons primitivement faisant partie de l'atmosphère embrasée du soleil, puis constituant une bande de feu isolée circulairement au-dessus de la surface de cet astre et ne suivant plus le reste de l'atmosphère solaire dans sa retraite. Lorsque ensuite toute la matière de la bande ou anneau de vapeurs incandescentes s'est réunie en un seul globe arrondi et tournant sur lui-même, et quand l'atmosphère de ce globe a donné naissance à la lune, la terre se trouve réduite à des conditions à peu près semblables à celles où la théorie de Buffon plaçait notre globe à son origine, du moins sous le rapport de l'incandescence et de l'état de fusion

primitive. Tout ce qu'a dit Buffon de sa *terre* peut donc s'appliquer à la *terre* de Laplace, sauf quelques particularités relatives à l'état de la matière au centre de notre globe, lesquelles sont mieux représentées par la théorie du géomètre que par celle du naturaliste. Tout le bénéfice des déductions de Buffon est ainsi acquis à la théorie de Laplace, et il est surprenant que cette dernière soit aussi peu connue et aussi peu populaire. Celui qui, après l'avoir bien comprise, la développerait en s'aidant de figures gravées et en évitant le style d'oracle et le langage impitoyablement mathématique de son auteur, rendrait un vrai service aux *consommateurs* de la science, en mettant à leur portée les plus belles déductions rétrospectives des notions de l'analyse transcendante et de la mécanique. L'homme, comme le voyageur, n'aperçoit bien que ce qui est autour de lui. Sa vue atteint difficilement l'espace lointain vers lequel il marche, comme il cesse d'apercevoir les parties de la route qui sont derrière lui. Homère, à tout instant, parle du passé, du présent et de l'avenir, et il met sur le même rang de difficulté la connaissance de ces trois existences. En astronomie et dans la vie sociale, le passé, comme étant la cause infaillible de l'avenir, est aussi important à connaître et souvent tout aussi difficile à faire éclore dans les théories. Calculer une éclipse qui a eu lieu il y a deux mille ans est tout aussi pénible et incertain que d'en prédire une pour l'an 3855. Je sais bien que l'école utilitaire me répondra que, pour les besoins de la géologie, la théorie de Buffon, écrite en beau style, lui suffit, à peu près comme certaines gens portent volontiers un diamant faux, pourvu qu'il ait le

même éclat qu'une pierre fine ; mais ce diamant factice ne résiste pas longtemps à l'usage : il se raye, se ternit et se détériore promptement. D'ailleurs il est toujours pour une théorie imparfaite quelque point où son insuffisance se trahit. Pour la théorie de Buffon comparée à celle de Laplace, le point d'insuffisance se trouve dans la puissante réaction que le noyau encore élastique du globe doit exercer de l'intérieur à l'extérieur, réaction si bien reconnue et établie par M. de Humboldt et tout à fait inexplicable dans le système de Buffon. J'y ai rattaché le fait presque incroyable des projections de certains volcans à l'origine de leurs éruptions. L'énergie de ces premières convulsions souterraines pour lancer la matière éruptive serait inexplicable dans toute autre théorie. Souvenons-nous aussi de la réponse de Pythagore à un interlocuteur qui lui demandait quel était avant tout le caractère distinctif de l'homme au milieu de tous les êtres. « C'est, dit le philosophe, la connaissance de la vérité. » Or quel est celui qui ferait cas d'une pièce d'or ou d'argent, s'il la savait fausse?

Si j'en juge par l'impression qu'a faite sur moi la première lecture du chapitre du *Système du Monde*, où Laplace développe ces grandes idées sur la formation du système solaire, il n'est point de lecteur qui ne dût être émerveillé de ces oracles de la science positive qui nous font assister, non pas à la création du monde, comme le pensent à tort des esprits irréfléchis, mais bien à un développement des lois de la nature dans l'organisation si importante pour nous de notre soleil, des planètes et des satellites, et enfin de notre terre elle-même. Au reste, il faut que le sujet de sa nature soit

fort attrayant, car il n'est, je pense, aucune personne ayant dans la science une autorité, si minime qu'elle soit, qui n'ait été poursuivie par les faiseurs de mondes. A chaque contradiction qu'on leur fait remarquer, ils demandent grâce en annonçant que plus tard on trouvera la rectification de l'erreur signalée. Or cette rectification est la plupart du temps une énormité tout aussi grande que la première absurdité. « Voilà un vers qui a un pied de trop, disait Sixte-Quint à un poëte qui lui faisait hommage d'un sonnet. — Que Votre Sainteté ait la bonté de continuer! dit le poëte. Sans doute elle en trouvera par compensation un autre qui aura un pied de moins. » Voilà l'image fidèle de l'entêtement des faiseurs de cosmogonie. De plus, tous menacent de porter hors de notre pays le fruit de leurs élucubrations et de priver ainsi leur *ingrate patrie* de la gloire qu'elle devait attendre des créations de leur génie. Je n'ai point encore appris que la France ait eu à déplorer de pareilles pertes. Tout ce que j'ai pu conclure de ces tristes communications, c'est la vérification de ce théorème aussi sûr que tous ceux de la géométrie, savoir qu'il serait plus facile de donner du bon sens à un fabricateur de mondes que de lui persuader qu'il n'en a pas. La cosmogonie marche de pair avec le mouvement perpétuel.

Une fois la terre constituée avec sa lune et son atmosphère réduite à une limite bien distincte de tous les autres corps célestes, nous entrons dans la série des considérations géologiques. Peu à peu les liquides que la chaleur tenait en suspension dans l'atmosphère à l'état de vapeur commencent à se précipiter en pluies de

diverse nature. Nous avons déjà dit que c'est à certaines pluies de substances carbonifères que M. Boutigny attribue la formation des houillères. Cette idée généralisée est neuve et féconde. Aucun théoricien jusqu'ici n'a suivi ces diverses précipitations de notre atmosphère, qui ont dû avoir lieu à mesure que le refroidissement forçait chacune des substances primitivement en vapeur de retomber en liquide sur le noyau central. Ainsi, vers la température de 350 degrés thermométriques, les pluies de mercure ont commencé ; les pluies d'eau n'ont été possibles que quand l'atmosphère n'était plus qu'à 100 degrés. A quelle époque ont commencé les précipitations des autres substances, soit simples, soit composées? Quelles étaient au milieu de tous ces matériaux hétérogènes les réactions chimiques de ce vaste laboratoire atmosphérique, à l'équateur, vers les pôles et dans les régions intermédiaires? Suivant les belles expressions de Lucain, cherchez, ô vous que préoccupe l'organisation du monde!

Quærite, quos agitat mundi labor et cura!

Peu à peu la surface du noyau terrestre se solidifie par un refroidissement subséquent, et prend une épaisseur capable de servir de fond et de bassin aux eaux et aux liquides, qui abandonnent sans retour l'atmosphère pour former les mers des divers âges. Ces dépôts fluides réagissent, ainsi que l'atmosphère elle-même, sur les matières combustibles ou salifiables de la partie solide. Par un refroidissement prolongé du noyau, et par suite de sa réduction à un plus petit volume, la croûte enveloppante, portée sur un noyau devenu trop petit,

se brise à plusieurs époques dont les périodes deviennent d'autant moins fréquentes, que cette croûte prend plus d'épaisseur et de solidité. Enfin, le refroidissement général étant devenu suffisant, la vie apparaît à la surface du monde.

Nous voilà en pleine géologie et à la seconde époque de l'existence de notre globe. Cette seconde époque embrasse la suite de son histoire jusqu'au moment de l'apparition, comparativement très-récente, de l'homme sur la terre. A partir de cette dernière transformation de l'aspect de notre planète, on n'observe plus que des influences très-limitées des grandes causes qui ont à plusieurs reprises bouleversé la nature entière; mais les changements météorologiques qui stérilisent ou fertilisent de vastes étendues de sol à la surface de la terre ne sont guère moins importants pour la race humaine que les changements géologiques. D'ailleurs ceux-ci persistent encore par des effets séculaires très-manifestes. Jusqu'à ce jour, ceux qui cultivent les sciences d'observation, trop amoureux de la gloire qui suit les recherches originales, n'ont pas songé à coordonner les acquisitions de la science et à compter les joyaux de leur trésor enfoui, dont ils ne font aucune part au public. Cependant, lorsqu'en répondant seulement aux questions des amateurs de la science, on voit combien leur imagination saisit de rapprochements ingénieux, de points de vue nouveaux et importants, d'idées fécondes et originales, on ne peut s'empêcher de regretter qu'il n'y ait pas plus d'ouvrages destinés à l'exposition des vérités scientifiques, où chacun puiserait suivant sa portée et ses besoins. Bacon a vanté *la science des ateliers* où

l'*ingéniosité* de l'homme est sans cesse stimulée par le besoin d'obtenir un résultat pratique. Que dire de la *science des salons*, où la pensée, libre des soins matériels, est un plaisir comme un besoin? Il ne s'agit que de savoir écouter, et non pas de vouloir exclusivement *se faire écouter*. L'initiation de la société à la science en général était le grand but que s'étaient proposé les encyclopédistes dans le siècle dernier. Les sociétés semblent demander aujourd'hui ce qu'on semblait leur imposer il y a un siècle. J'entrevois que pour la société française en particulier, tant pour les hommes de loisir que pour les travailleurs obligés, l'exposition universelle de l'industrie qui va s'ouvrir sera une école qui déterminera bien des vocations capables de faire honneur à la France. L'exemple est le premier de tous les maîtres; et, comme le remarque très-bien Tacite, il est dans la nature des hommes de suivre volontiers une initiative qu'ils ne prendraient pas d'eux-mêmes: *Insitâ mortalibus naturâ prosperè sequi quæ piget inchoare*.

Lorsque j'ai parlé de ces grandes déductions des formules mathématiques qui nous montrent le système solaire stable au milieu de légers balancements qui se compensent de siècle en siècle, on a pu craindre que ces sublimes vérités ne fussent à jamais inaccessibles à ceux qui ne sont pas mathématiciens de profession. C'est une grande erreur. Tous ceux qui admirent une œuvre monumentale, comme une basilique, un pont, un viaduc, un canal, une jetée en mer, ne seraient sans doute pas capables de travaux si difficiles; mais ils sont peut-être plus aptes que d'autres à admirer les travaux du génie, et

plus curieux même de les contempler. Tout ce qui est réellement grandiose se comprend facilement. Que l'on dise que, dans le système du monde, le *désordre*, si l'on peut s'exprimer ainsi, est tellement circonscrit, qu'il ne peut jamais atteindre une limite qui ferait péricliter le monde ; que le balancement annuel de l'axe de la terre soit fixé à quelques deux-cent-millièmes, que le balancement séculaire soit reconnu être de 1 ou 2 degrés, en sorte que le climat de Paris oscille entre celui d'Orléans et celui d'Amiens : l'esprit le plus superficiel comprendra ces énoncés si simples, et n'ira pas redouter, pour le présent ou l'avenir, des catastrophes chimériques, encore moins exiger que la puissance créatrice apporte à l'univers une main réparatrice, ce qui serait, comme nous l'avons déjà dit, l'inadmissible aveu d'un manque de prévoyance ou d'habileté.

Laplace, à la fin de l'exposé de son système cosmogonique, consacre quelques mots aux comètes, qu'il déclare en général étrangères à notre système solaire. En effet, la marche de ces astres, si près du néant par la petite quantité de matière qu'ils contiennent, n'offre aucune régularité. Ils viennent de tous les points du ciel et parcourent indifféremment dans tous les sens l'espace étoilé. Ce sont sans doute de petites vapeurs cosmiques fort inoffensives qui traversent le système des étoiles jusqu'à ce qu'elles viennent se heurter à quelque soleil qui les absorbe en les arrêtant, ou que, par suite de l'action des planètes près desquelles elles passent, leur marche soit rendue circulaire ou presque circulaire autour du soleil. C'est presque toujours la planète Jupiter qui, par sa grande masse et son attraction éner-

gique, fausse la route de ces astres et les fait, pour un temps du moins, circuler autour du soleil. Suivant l'expression pittoresque de sir John Herschel, Jupiter est le tyran des comètes. Jusqu'ici, quatre seulement de ces astres ont été vus deux fois. Ce sont les comètes d'Halley, d'Encke, de Biéla et de Faye. Au mois d'août prochain, la question sera décidée pour une cinquième comète, celle du père Vico, qui n'a encore été vue qu'une fois. La fameuse comète de trois cents ans de révolution, et qui était attendue pour 1848, n'a point encore reparu. Il est vrai qu'elle a obtenu des mathématiciens une permission de *prolongation d'absence* jusqu'en 1858, avec deux ans de plus ou de moins, en sorte que nous l'aurons, j'ose dire certainement, entre 1856 et 1860. J'ai déjà parlé bien des fois de cette comète aux lecteurs de ces *Études*, et mon impatience de la voir de retour ne fait que s'accroître d'année en année. Ce sera une belle acquisition pour l'astronomie qu'un astre qui, dans sa révolution *triséculaire*, tantôt rasant le soleil, tantôt s'en éloignant à d'immenses distances, vérifiera plusieurs des lois du mouvement, et sera pour la terre une espèce de courrier revenant voir tous les trois siècles si les hommes ont été en se perfectionnant pendant le cours d'une si longue période. Sa dernière apparition fut en 1556, époque de l'abdication de Charles-Quint, qui, dit-on, s'y décida à la vue de ce messager céleste qui semblait lui commander de résigner la puissance souveraine. Elle n'aura pas tant d'autorité en 1858.

La cosmogonie de Laplace n'est pas moins heureuse à expliquer l'origine de ces masses compactes désignées si justement sous le nom de *pierres tombées du ciel*,

qui nous arrivent des espaces étrangers à notre terre. Il est en effet naturel de penser que toute la matière abandonnée par l'atmosphère du soleil ne s'est pas exactement réunie en une seule masse planétaire. Plusieurs portions de substance matérielle placées hors de l'action de la masse principale y ont échappé provisoirement et ont dû faire comme de petites planètes minimes, circulant autour du soleil selon les mêmes lois que les grandes agglomérations, peuplant ainsi de petits corps invisibles tout l'espace céleste jusqu'à ce que la terre, venant à passer par là, les amène à elle par sa force attractive, les enveloppe dans son atmosphère qui les arrête, et enfin les précipite sur le sol en vertu de leur pesanteur. Mais le détail de ces curieux phénomènes nous écarterait des limites où nous voulons nous renfermer aujourd'hui. Je me borne à remarquer qu'on ne parle jamais avec effroi de ces chutes d'aérolithes qui ont été fatales à plus d'un individu de notre espèce, tandis que les pauvres comètes, les plus inoffensifs de tous les êtres, ont encore une assez mauvaise réputation. Une pierre volumineuse, tombée près d'Ensisheim, avait été suspendue par une chaîne à la voûte de l'église avec cette curieuse inscription dont je ne connais pas l'auteur : *De hoc multi multa, omnes aliquid, nemo satis.* Ce latin me paraît ressembler beaucoup au style de Tacite. Il signifie que sur cette matière beaucoup de gens ont parlé, que tout le monde a dit son mot, mais que personne n'a épuisé la matière. Nous pensons que la belle théorie cosmogonique de Laplace donne un démenti formel à l'inscription d'Ensisheim. Suivant cette même théorie, les étoiles filantes, ces feux que nous

voyons briller si inopinément pendant les nuits sereines, seraient aussi des substances étrangères à la terre que notre atmosphère enflammerait au moment où elles y pénètrent, et qui ne différeraient des masses qui nous donnent des pierres et des météores compactes que par une constitution gazeuse et légère qui les rendrait incapables de fendre l'air et de laisser des traces sensibles de leur existence. On a cependant quelquefois recueilli le résidu de leur combustion. On espérait beaucoup que ces substances étrangères à la terre nous amèneraient des éléments chimiques nouveaux, et l'excellent chimiste Laugier avait analysé dans cet espoir un grand nombre de pierres tombées du ciel; mais il n'y a trouvé que les mêmes substances chimiques connues sur notre terre et dans nos laboratoires. Rien n'est du reste extraordinaire ici, car ces petites planètes, formées dans la même région céleste que la terre, ont dû l'être de matériaux de même nature, et par suite il n'y a pas d'analogie physique ou logique blessée par l'identité chimique des aérolithes avec la terre.

Pour conclusion à cette étude, on peut dire que si la cosmogonie de Laplace ne satisfait pas à tout ce que l'esprit humain, toujours un peu présomptueux, avait ambitionné de savoir, si elle ne remonte pas jusqu'aux causes premières, elle recule du moins les bornes de la science, ou, si l'on veut, de l'ignorance, jusqu'à une distance qui fait honneur au génie de l'homme. Nous suivons assez loin la généalogie de notre globe terrestre pour que ses titres de noblesse astronomique remontent à une date respectable. J'avoue que je n'entrevois pas comment on pourrait remonter plus haut dans les âges

cosmiques : je serais donc tenté de dire avec Pline que nous devons nous contenter de ce que nous avons découvert, et laisser à la postérité *quelque petite chose à faire* pour la vérité. Cependant si, à l'exemple de Fontenelle, nous introduisions dans un dialogue des morts l'auteur romain de l'*Histoire Naturelle* et l'auteur français du *Système du Monde*, Pline ne serait-il pas un peu embarrassé devant Laplace, et celui-ci n'aurait-il pas beau jeu à lui reprocher ses assertions orgueilleuses?

Pour ces trois périodes de l'existence du monde, savoir les *âges cosmogoniques*, les *âges géologiques* et les *âges historiques*, il est évident que chaque durée est fort inégale. La dernière période, qui date de l'époque où la nature a pris l'aspect que nous observons aujourd'hui, et où l'homme est entré sur la terre, est comparativement très-courte, et ne remonte environ qu'à six mille ans; mais en ce qui concerne l'homme, l'importance de cette période compense son défaut d'antiquité. Quand on sonde les terrains inférieurs, on y trouve les indications de plusieurs catastrophes antérieures; on y voit la mer tour à tour envahir et délaisser les diverses contrées, après avoir pris le temps d'y accumuler les débris des êtres vivants qui n'ont pu s'y amasser que par un laps immense de temps. Il n'y a plus d'années, plus de siècles, qui puissent mesurer la durée de ces périodes géologiques. Le chanoine Recupero, qui s'était pour ainsi dire identifié en Sicile avec l'Etna, comptait avec stupeur le nombre des coulées de laves entassées par ce volcan depuis les couches situées à 3,200 mètres de hauteur, jusqu'à celles qui étaient plus basses

que le pied de la montagne. Cette observation lui décelait une durée inconcevable pour l'âge du monde, que l'on ne savait pas alors interpréter symboliquement. Qu'eût-il dit, s'il avait eu sous les yeux tous les faits de la science moderne relatifs à la formation des terrains tertiaires produits sous l'empire de la vie, pendant des périodes sans fin, des durées sans limites? La conclusion à tirer de ces observations, c'est que l'état actuel du globe étant de très-récente date, et chacun des états successifs étant de longue durée, il n'y a pas lieu de craindre d'ici à longtemps pour le genre humain ce qu'on appelait vulgairement la fin du monde. L'histoire manquera de chronologie avant qu'une nouvelle catastrophe terrestre vienne clore les destinées de la race qui domine aujourd'hui sur le globe. Dans ces âges futurs, pour lesquels la durée de nos empires sera à peine perceptible, que sera la gloire, et que seront devenues surtout nos gloires actuelles qui nous passionnent tant?

Les termes manquent, à plus forte raison, pour exprimer la durée de l'âge cosmogonique qui a précédé les âges géologiques. Concevoir la matière disséminée dans l'espace, et sa lente agglomération en masses distinctes, en soleils, en nébuleuses ou amas de soleils, puis concevoir que tout cet ensemble ait eu le temps de pivoter sur son centre, en laissant des traces de la disposition que lui a imprimée son mouvement, c'est vouloir, à la lettre, se figurer l'*éternité* du passé!

En revenant à l'humanité, qui ne songera à ces paroles de Pindare qui datent de cinq siècles avant notre ère: « Les hommes éphémères, car qu'est-ce que l'exis-

tence, qu'est-ce que le néant? les hommes éphémères ne sont que le rêve d'une ombre! »

Σκιᾶς ὄναρ ἄνθρωποι.

L'espace, la matière, le temps manquent également à l'individu de notre espèce. Il n'est quelque chose que par son intelligence. Cette vérité tant répétée n'en est pas moins toujours nouvelle.

Laplace, dans sa *cosmogonie* (mot qu'il s'est bien gardé de prononcer), examine en passant l'opinion singulière des Arcadiens, qui se croyaient plus vieux que la lune, *cet astre*, dit Horace, *qui est postérieur aux antiques Arcadiens*. Je remarque que le Péloponèse a toujours eu maille à partir avec la lune. Quelques anciens croyaient la lune juste de la grandeur du Péloponèse; sans aucun doute, le lion de Némée était tombé de la lune; enfin les Arcadiens avaient été témoins de la naissance de ce satellite, qui, jusqu'à Galilée, fut un grand embarras dans toutes les théories. Les convenances d'analogie furent satisfaites quand Galilée d'abord, et ensuite Huygens et Cassini, eurent vu les lunes des autres planètes. On avait donc imaginé de faire la lune avec une comète que la terre aurait enchaînée à sa destinée; mais cette idée ne soutient pas l'examen. Une comète, *ce rien visible*, n'a point assez de masse pour former la moindre planète ou le moindre satellite. J'ai prouvé qu'une couche d'air de 1 mètre d'épaisseur illuminée par le soleil serait plus brillante qu'une comète. Toutefois, en laissant de côté cette raison péremptoire de ne pas rapporter l'origine de la lune à une comète, conçoit-on pour Jupiter et Saturne la chance qui, pour

leur donner des lunes, aurait fait arriver l'une après l'autre toutes ces comètes dans le même plan, et suivant l'équateur de la planète? Sans doute une comète qui passerait près de la terre infléchirait sa course à mesure qu'elle s'en rapprocherait, mais ensuite elle retournerait vers les espaces célestes, et son mouvement ne ressemblerait en rien à la marche de notre lune, admirablement balancée entre son mouvement en ligne droite, qui l'éloigne de la terre, et sa chute vers nous, qui la ramène d'autant, en sorte qu'elle conserve sa position sans aucun appui. Plusieurs personnes à qui j'expliquais cette belle idée, qui est de Borelli et que Voltaire attribue à tort à Newton, s'inquiétaient de ce qui arriverait si ce mouvement en ligne droite, qui éloigne la lune, n'était pas égal à l'effet de la pesanteur qui la ramène. Alors ils craignaient que dans un cas la lune ne disparût dans l'espace et nous privât de ses services, ou bien qu'elle ne tombât sur la terre, où elle couvrirait bien plus que le Péloponèse et ferait de terribles dégâts. Eh bien, la mécanique théorique rassure tout le monde. Un peu plus ou un peu moins de vitesse dans la lune ne produit qu'un peu d'allongement dans sa route circulaire autour de la terre; et, au lieu d'un cercle parfait, elle décrit ce qu'on appelle vulgairement un cercle allongé, c'est-à-dire une ellipse. C'est l'une des courbes étudiées dans l'école de Platon, lequel ne se doutait guère alors du rôle astronomique que Képler devait faire jouer plus tard à cette courbe, longtemps négligée d'après cette idée que le cercle était la seule courbe assez parfaite pour que l'auteur de la nature pût s'en servir.

Deux ou trois érudits ont cherché à établir que l'an-

tiquité avait tout su. Les modernes n'avaient fait que retrouver la science des anciens. Télescope, microscope, électricité, aimant, attraction même, tout était dans les ouvrages des Grecs et des Romains. Cette exagération n'a pas besoin d'être réfutée. Les sciences d'observation sont de date très-récente, et ne remontent guère à plus de deux siècles. Il est donc curieux de voir comment une des écoles grecques concevait la formation du monde. On sait que Virgile n'était exclusivement d'aucune secte philosophique, quoique généralement il fût ce qu'on appelait *académicien* (*academicus*), c'est-à-dire platonicien. Ainsi les vers que j'ai mis en tête de cette étude pourraient être un résumé des opinions cosmogoniques de Pythagore et de Platon, qui adopta dans sa vieillesse le système de Pythagore, reproduit par Copernic dans les temps modernes. D'autres pensent que Virgile prit ses idées aux initiés des mystères, qui semblent avoir eu bien des notions exactes qu'ils ne divulgaient pas. Quoi qu'il en soit, on peut dire que l'auteur de cette théorie eut une sorte de prescience de la théorie cosmogonique de Laplace. Il montre d'abord la matière disséminée dans l'espace, ensuite se réunissant et s'agglomérant pour former les astres et le globe de la terre lui-même à l'état naissant. Si le lecteur veut bien ouvrir un Virgile à la sixième églogue, il verra que le poëte passe très-fidèlement des époques cosmogoniques aux époques géologiques, car il nous montre ensuite le sol se consolidant, la mer se séparant des continents, le soleil éclairant la terre pour la première fois, et les nuages, disséminés dans l'atmosphère, laissant tomber la pluie d'en haut. Plus tard, les végétaux apparaissent,

puis les animaux, qui errent en petit nombre sur des montagnes encore sans nom. Enfin le poëte passe à la naissance de l'homme et aux premiers âges de Saturne et de Prométhée, qui donne aux mortels le feu céleste. On voit que rien ne manque à la succession des événements.

La théorie que Virgile développe ici en style poétique ferait grand honneur à l'antiquité, si elle eût été généralement adoptée; mais à côté de l'école, quelle qu'elle soit, qui professait cette belle doctrine, il en était d'autres où l'on enseignait que le soleil était un globe n'ayant qu'un pied de diamètre. Le secret de ces rencontres merveilleuses et du peu d'estime qu'on en a fait, c'est que la Grèce et l'antiquité ont tout dit, mais qu'elles n'ont rien démontré.

C'est aux séances de l'École Normale primitive, en 1796, que Laplace exposa en peu de mots ses idées sur la formation du système solaire, que depuis il développa de plus en plus dans les éditions subséquentes du *Système du Monde*. La science de l'empire (si la science peut être annexée à une forme de gouvernement quelconque) était trop exclusivement mathématique, pour que l'on pût apprécier toute la portée de cette théorie physique du monde considéré dans sa formation. L'auteur lui-même, trop partial pour ses travaux sans pairs dans la mécanique céleste, semble avoir placé au second rang sa *cosmogonie*, qu'il ne présente, dit-il, qu'avec la défiance que doit commander tout ce qui ne découle pas exclusivement des considérations mathématiques. Il semble n'avoir pas estimé à sa juste valeur ce fruit de son génie, à peu près comme Christophe

Colomb mourut sans savoir qu'il avait découvert un nouveau monde et dans l'idée qu'il avait atteint l'Asie orientale, en quoi il ne faisait erreur que de la moitié du contour de la terre! Suivant l'expression d'Arago, les physiciens ont longtemps traîné les mathématiciens à la remorque. Enfin, grâce aux travaux de Gay-Lussac, d'Haüy, de Malus, de Biot, de Young, de Thenard, de Davy, de Coulomb, de Charles Dupin, d'Ampère, des mécaniciens et des industriels modernes, et surtout grâce à l'initiative d'Arago, qui, suivant l'expression pittoresque que j'emprunte à Voltaire, avait enfin *dégorgé son école mathématique*, les sciences physiques eurent leur existence indépendante, et leur *nationalité* fut enfin reconnue. Sans compter tout ce que fit la chimie pour les besoins et la prospérité des nations, la physique et la mécanique nous donnèrent les bateaux à vapeur, les chemins de fer et le télégraphe électrique, indiqué avec son nom actuel, par Ampère, en 1822. Cette réaction méritée en faveur de la science physique, *felix meritis*, suivant une épigraphe consacrée, ramena les esprits à une juste appréciation de la cosmogonie de Laplace, qui, en 1827, un siècle exactement après Newton, laissa, comme Alexandre, sa couronne scientifique *au plus digne*.

Depuis cette époque jusqu'au milieu du XIXe siècle, tout a confirmé cette belle assertion de Napoléon, savoir que dans les sociétés modernes *le pouvoir de la science fait partie de la science du pouvoir*. Au moment où j'écris, depuis quelques jours seulement, un câble électrique de 600 kilomètres (150 lieues!), jeté au travers du Pont-Euxin, nous apporte en quelques heures

des nouvelles des intrépides argonautes français et anglais de la Crimée. Oserais-je citer ici quelques paroles de l'un des membres de l'Académie des Sciences, le maréchal Vaillant, ministre de la guerre, à qui on demandait quelques renseignements sur le télégraphe sous-marin de la mer Noire : « J'envoie ma dépêche au général Canrobert, et j'en ai la réponse plus tôt que je ne l'aurais par lettre d'une ville située à moitié chemin de Lyon, de Bordeaux ou de Strasbourg, sans être encore revenu de mon étonnement sur ce prodige ? » Il est de notre devoir de protester contre l'indifférence publique à l'égard de ce fait merveilleux. Il est des hommes qui ne seraient pas surpris si on leur annonçait une dépêche télégraphique venant de la lune, de Vénus ou de Jupiter !

Revenant à notre sujet, nous dirons que la *cosmogonie* de Laplace a clos l'ère des divagations scientifiques relatives à la formation du monde. Il est difficile d'espérer une autre théorie qui explique tant de faits divers et se prête à de si nombreuses exigences. Mais, dira-t-on, pourquoi remonter si haut dans la série des âges et ne pas partir de la fluidité primitive de la terre, comme l'a fait Buffon (à part sa comète invraisemblable), pour entrer dans la série des époques géologiques et se livrer à des études moins hypothétiques? Je répondrai que les études cosmogoniques, bien loin de contrarier les déductions de la géologie, leur prêtent au contraire l'appui de leurs lumières pour écarter bien des opinions erronées.

Les atlas modernes de la géographie physique nous donnent, sur des cartes spéciales, la distribution des

plantes, des animaux et des races humaines; les cartes géologiques s'occupent de fixer, pour les diverses époques qui ont précédé l'âge historique, la distribution des êtres vivants qui primitivement peuplèrent le globe. On va même chercher avec la sonde au fond des mers les restes des espèces éteintes ou de celles qui ont survécu à la dernière catastrophe. Eh bien, ne serait-il pas curieux de voir, dans un atlas de figures astronomiques, se dérouler la série des transformations qu'a subies la matière chaotique, disséminée d'abord sans forme dans l'espace illimité de l'univers, puis devenant des agglomérations de voies lactées ou nébuleuses formant des amas d'innombrables soleils? Ensuite autour de chaque soleil naîtrait un cortége de planètes. Plus tard, ces figures nous montreraient chaque planète enfantant les satellites qui sont aux planètes ce que celles-ci sont aux soleils. Alors chaque monde ayant son atmosphère individuelle, et se trouvant isolé de tout autre corps céleste, les tableaux d'astronomie physique se transformeraient en cartes géologiques, qui, jointes aux atlas récents de géographie physique, comprendraient l'histoire entière de l'univers, telle que l'homme peut ou la savoir, ou l'imaginer.

(Mai 1855.)

DE LA

CONSTITUTION INTÉRIEURE

DU GLOBE TERRESTRE

ET

DES TREMBLEMENTS DE TERRE.

DE LA

CONSTITUTION INTÉRIEURE

DU GLOBE TERRESTRE

ET

DES TREMBLEMENTS DE TERRE.

Pandere res altâ terrâ et caligine mersas.
Faire connaître ce qui est caché dans les profondeurs de la terre.
(VIRGILE.)

L'homme, qui se donne le titre fastueux de souverain de la nature, n'a point encore pris possession de son empire prétendu. Il respire en rampant à la surface de la terre, suivant l'expression d'Homère; il est confiné dans les régions inférieures de l'atmosphère, et s'il tente de s'élever de quelques milliers de mètres, l'air lui manque et le froid l'arrête. A ne considérer que la région qui lui est accessible, il n'a pas encore occupé, pas même exploré, tous les pays où sa race pourrait foisonner dans l'abondance des produits animaux et végétaux du sol et de la mer. Les cinquante millions d'habitants de

l'Amérique sont d'une date toute récente, provenant des populations européennes, et principalement de la race espagnole et de la race anglaise. Que dire de l'Australie, de la Californie et de quelques autres points du globe où l'homme s'acclimate et se développe? La géographie, dont le nom indique une science ayant pour objet la description ou le tableau de la terre, est encore loin d'être complète. La météorologie s'élève un peu plus haut, elle a pris pour domaine tout cet océan aérien qu'on appelle l'atmosphère, et qui entoure de ses flots sans rivages et la terre et les mers, qu'il recouvre sur une profondeur d'environ 60 kilomètres. Par delà, en s'élevant encore, l'astronomie *quitte la terre*, suivant la belle expression d'Aristote, et atteint, par l'observation et par l'œil *divin de la pensée*, les limites du monde perceptible à nos sens.

Autant le génie de l'homme s'est montré actif pour monter de plus en plus dans le théâtre des contemplations accessibles aux sciences d'observation, autant il semble avoir dédaigné la connaissance de la nature du sol qui le porte, et auquel il est cloué à perpétuité, on peut le dire, car les rares ascensions des pics neigeux de l'ancien monde, les expéditions aéronautiques, encore moins fréquentes, ne sont pas même pour la race humaine ce qu'est pour les habitants des mers le vol de certains poissons qui ne s'élèvent quelques instants en l'air que pour retomber lourdement au sein de l'élément qu'ils ont abandonné contre les lois de la nature. C'est une science très-récente que celle qui a recueilli tous les documents que pouvait fournir sur la constitution intérieure de la terre la contemplation

des montagnes ou des couches du sol soulevées par les catastrophes successives qui ont changé l'aspect et les populations du globe ainsi que sa météorologie. Les mines profondes où l'énergie de l'homme activée par l'intérêt était allée chercher le charbon, le fer, le sel, tous les produits métalliques et plastiques, ont fourni de précieuses données sur la chaleur croissante de la masse terrestre à mesure qu'on s'enfonce de plus en plus, et sur la stratification des couches successives. En même temps il a été permis à la science de l'organisation de faire revivre de leurs débris et de leurs restes ensevelis dans les terrains des diverses époques les quadrupèdes, les oiseaux, les poissons, les coquillages, les arbres et les plantes d'une nature éteinte aujourd'hui, ou subsistant encore dans des espèces analogues. Mais au-dessous de ces couches, accessibles dans une profondeur comparativement fort petite, qu'y a-t-il? De quels matériaux ce globe est-il formé? Avons-nous quelques communications avec cet intérieur inconnu de notre planète? Les terrains et les roches qui constituent notre sol à ciel découvert et le fond de nos mers descendent-ils jusqu'au centre du globe pour former une masse solide et compacte, ou bien y a-t-il au-dessous de l'écorce solide une masse fluide et fondue de chaleur qui porte les continents et le fond des océans, comme un lac ou une mer glacée porte la couche de glace ou les glaçons séparés et brisés qui flottent au-dessus? Bien plus, ne serait-il pas possible que le noyau central de la terre consistât en une matière incandescente élastique, quoique très-condensée, réagissant de bas en haut contre les terrains solides qu'elle porte, et

toujours prête à s'échapper dès que certaines causes mécaniques amèneraient dans l'enveloppe supérieure des fentes, des ouvertures, des dislocations qui lui livreraient passage?

Telles sont les questions que, depuis un demi-siècle à peine, une science encore au berceau, la géologie, est parvenue à poser nettement. Avant de procéder à des recherches fructueuses, l'esprit humain a besoin de savoir ce qu'il doit rechercher. C'est un adage confirmé par l'expérience, qu'une question bien posée est plus qu'à moitié résolue. C'est un grand progrès pour la science de pouvoir formuler ce qu'on ne sait pas. Pour fixer les idées, je commencerai par établir que tous les corps de la nature se montrent à nous sous l'un des trois états suivants : solide, liquide ou fluide élastique. Le premier état est bien connu : les roches, les terrains, le bois, la pierre, le fer, enfin tous les corps durs vivants ou inorganiques nous en offrent des exemples. L'état liquide n'est pas moins connu : les océans qui recouvrent la plus grande partie de la terre d'une eau salée; les fleuves, les lacs, les sources, les ruisseaux; enfin divers produits moins répandus dans la nature, comme le mercure, l'huile, le sang et les fluides animaux, le vin, l'alcool, l'éther, toutes ces substances sont des types ou des exemples de l'état fluide. Quant au troisième état, l'état de fluidité élastique, nous en avons des types dans l'air que nous respirons, dans le gaz d'éclairage, dans le gaz hydrogène, dont on se sert pour remplir les aérostats, et enfin dans le gaz plus lourd qui, au fond de la célèbre grotte du Chien, près de Naples, et en mille autres endroits du

globe, asphyxie les animaux qui s'y trouvent plongés. La vapeur d'eau est encore un fluide élastique ou gaz que développe la chaleur, et dont l'irrésistible énergie unit, chose rare dans les moteurs, la vitesse à la force.

Tous ces fluides élastiques, ces gaz, sont caractérisés par une légèreté telle, qu'étant enfermés dans des vases de grande capacité, ils n'en augmentent que très-peu le poids. Ils sont donc peu compactes, peu condensés, ou, pour parler le langage précis de la physique, ils ont un poids spécifique fort petit. Ce serait néanmoins une grande erreur de croire que la légèreté fût un attribut constant de l'état élastique. En renfermant des liquides dans des enveloppes de fer ou dans d'épais tubes de verre, et en les chauffant fortement, au risque des plus dangereuses explosions, M. Cagniard de la Tour, membre de l'Institut, est parvenu à les gazéifier dans un petit volume, et leur a donné ainsi une grande compacité, jointe à une élasticité formidable. L'eau, l'alcool, l'éther, ont subi cette étonnante modification, et si l'on imagine les matières terrestres ainsi gazéifiées par le feu central du globe, on n'aura aucune répugnance à imaginer que de tels fluides joignent à un poids égal à cinq ou six fois le poids de l'eau une force élastique suffisante pour porter le poids des couches terrestres, de la surface jusqu'au centre.

Je ne reviendrai pas sur ce que j'ai dit plus haut de l'origine astronomique de la terre. La cosmogonie mécanique de Laplace nous montre la terre et les planètes se conglomérant à l'état de fluidité élastique, formant des masses arrondies qui tournent sur elles-mêmes et conservent dans leur intérieur le feu

qu'elles tenaient de leur origine solaire. Buffon avait imaginé aussi une terre fluide de feu, en supposant qu'une comète avait détaché par son choc une petite partie de la matière solaire; mais il ne donnait à cette matière détachée du soleil que la fluidité liquide ordinaire des matières fondues, et de plus il admettait que depuis les âges anciens la terre avait eu le temps de se refroidir jusqu'au centre et de se solidifier. Or c'est ce que contredisent tous les faits de la science moderne. La théorie de Laplace est donc une grande induction vers cette vérité constatée d'ailleurs, que la terre est fluide.

Ce qui manque presque toujours aux idées scientifiques, c'est l'intérêt actuel. Les lois de la nature sont tellement fixes, qu'il importe peu de savoir aujourd'hui ou demain tel ou tel résultat des sciences d'observation. L'astronomie et la météorologie, par leurs phénomènes de chaque année ou de chaque saison, soit prévus, soit fortuits, offrent un peu plus de ce qu'on appelle aujourd'hui *actualité;* mais quand on n'a rien à espérer ou à craindre des phénomènes de la nature, on s'en met rarement en peine. Le sujet que nous traitons ici est devenu intéressant pour le public par la circonstance du tremblement de terre récent qui s'est fait sentir en Suisse et dans quelques localités de la France. Lorsqu'une circonstance imprévue amène l'attention publique sur un fait ou une catastrophe physique, bien des personnes s'adressent à ceux qu'elles croient pouvoir leur donner des nouvelles de ce pays inconnu grâce à notre éducation ou à notre nature, et que l'on nomme la science. Alors on croit aveuglément celui qu'on in-

terroge, on lui demande des oracles, et non des démonstrations. Il n'en est plus de même toutefois dans la circonstance présente : chacun est convaincu que la terre est solide et inébranlable, que le terrain est froid et humide, qu'en creusant des puits profonds ou des mines on trouve de l'eau et non du feu. Aussi, au moment où l'on énonce les conclusions modernes de la science, relativement au feu central, à la mobilité des continents, qui flottent sur un noyau incandescent, un cri d'incrédulité s'échappe-t-il de toutes les bouches. « Monsieur, je ne croirai jamais que des terrains, des roches dures puissent flotter sur quelque chose de mou et de fondu. — Monsieur, d'après votre système, il n'y aurait qu'à creuser un puits assez profond pour y puiser de la chaleur : ce serait fort utile, mais c'est parfaitement inadmissible. — Et puis, pourquoi la terre ne tremble-t-elle pas tous les jours, si elle porte sur un noyau liquide? Pourquoi le feu central ne nous arrive-t-il pas à la surface du globe comme l'eau d'un lac arrive à la surface quand les glaçons viennent à se casser? Faites donc attention que nous sentirions sous nos pieds cette grande chaleur centrale que vous admettez, et que les glaces des pôles et celles des glaciers de la Suisse seraient bien vite fondues. — Suivant vos idées, un trou profond dans la terre, une cassure entre les roches disloquées des terrains accidentés deviendraient une véritable marmite dont le fond serait comme sur le feu, et qui, étant remplie d'eau par les sources souterraines, fournirait de l'eau bouillante par son trop-plein. Il suffirait ainsi de creuser une galerie profonde pour y avoir la chaleur de l'été! Comment expliquez-vous d'ailleurs

les volcans avec votre feu central? Si ce feu naturel fondait l'écorce qui fait notre continent, nous serions brûlés misérablement, nous et tous les objets qui nous environnent. » Puis viennent les questions : « Y aura-t-il bientôt des tremblements de terre? En quelle saison arrivent-ils? Peut-on les prévoir, s'en garantir, etc.? » Sans m'astreindre à suivre les questionneurs dans leurs exigences, voici des réponses catégoriques à toutes ces demandes.

D'abord il est important d'arriver à la fluidité centrale de la terre autrement que par des inductions théoriques. Si grande que soit l'autorité de Laplace, nous sommes loin des temps et des idées des pythagoriciens, qui se contentaient de l'*αὐτος ἐφα*, *le maître l'a dit.*

Or, dès qu'on s'enfonce dans la terre d'environ 31 mètres, on trouve la couche inférieure plus chaude de 1 degré, en sorte qu'à une profondeur assez petite comparativement aux dimensions de la planète, tout doit se trouver en fusion, surtout si l'on considère que tous les matériaux dont nous pouvons supposer que l'intérieur du globe est composé, comme les laves, les porphyres, les trachites, les pierres cornéennes, les amphiboles et tout ce que rejettent les volcans, sont des substances bien plus fusibles que le granit, les cailloux, les roches aluminiennes, tout ce qui enfin, sous l'influence de l'eau et des météores, s'est cristallisé et dégagé des mélanges par lesquels s'augmente en général la fusibilité des matériaux. On peut consulter là-dessus un Mémoire de M. Cordier, de l'Institut, où il a rassemblé tout ce que les observations faites dans des

mines profondes ont appris sur cet accroissement universel de température à mesure que l'on descend vers le centre de la terre, si bien qu'à une grande profondeur on n'aurait d'autre embarras que de se prémunir contre l'excès de la chaleur. Dans les mines de charbon de terre des Cornouailles et dans les mines de sel de Wielicza en Pologne, la température est celle de l'été, et les chevaux y prennent un pelage noir et frisé en rapport avec l'influence de la température locale. Le forage du puits de Grenelle dans Paris a ramené des eaux à 27 degrés centigrades, et M. Walferdin, qui seul a pu sonder la température à de telles profondeurs en France et en Allemagne, a constaté un accroissement de 31 mètres environ dans la profondeur pour chaque degré de chaleur en plus. Si l'on eût pu atteindre une couche d'eau inférieure de 2 à 300 mètres, et qui est indiquée par quelques inductions géologiques, on eût ramené de l'eau toute chauffée pour bains et lavoirs publics et pour plusieurs usages domestiques où le combustible apporte ses inconvénients et sa cherté.

Pour ne plus y revenir, vu la simplicité de la chose, nous dirons que les eaux thermales sont le produit de sources qui tombent dans de profondes fissures ou cavités dont le fond est par conséquent fort chaud, et qu'elles ressortent de là en débordant par la chute de nouvelles quantités d'eau froide qui vont se réchauffer à leur tour et déborder ensuite. Rien de plus simple. On peut du reste, le long des falaises de Normandie, constater que les sources de fond qui sortent de dessous les plateaux étendus sont sensiblement à une tempéra-

ture plus élevée que les sources ordinaires et superficielles.

Il n'est pas rare de voir, à l'époque des tremblements de terre, des masses d'eau bouillante jaillir de dessous le sol entr'ouvert. C'est encore un des indices de la grande chaleur qui règne dans les profondeurs de la terre. Toutes les eaux souterraines qui s'infiltrent et font des amas à 3 ou 4 kilomètres au-dessous de la surface sont forcément des eaux bouillantes. Les faits sont ici par centaines.

Avant d'aller plus loin, je veux réfuter une erreur des plus accréditées. Plusieurs géologues ont imaginé que la vapeur d'eau pouvait produire les soulèvements qu'on observe dans les masses continentales, et que cet agent puissant, renfermé dans les entrailles de la terre, où la chaleur ne manque pas, pouvait exercer une réaction capable de mouvoir une couche de terrains et de roches de 60 kilomètres d'épaisseur. C'est une grande erreur physique. Tous ceux qui ont essayé de représenter par une formule la force croissante de la vapeur d'une eau de plus en plus échauffée ont reconnu que cette force tendait vers une limite qu'elle ne pouvait pas dépasser. Ceci est peut-être un peu sérieux pour nos lecteurs, mais qu'ils veuillent bien prendre la peine de suivre ce raisonnement : J'ai de l'eau et de la vapeur dans un vase de fer battu d'une résistance indéfinie et j'active le feu. A mesure que de nouvelles quantités de chaleur s'insinuent dans l'eau au travers du fer, il s'ajoute de nouvelles quantités de vapeur aux quantités déjà formées, et la force élastique s'accroît. Si le vase de fer n'est pas à l'épreuve,

il se brise en éclats dangereux comme ceux d'une bombe; mais s'il résiste, voici ce qui se passe : à force de s'accumuler, la vapeur devient tellement compacte, que l'attraction qu'exercent ses particules l'une sur l'autre balance le ressort qui naît de l'accession d'une nouvelle quantité de vapeur, et que le ressort de la masse *diminue*. Les gaz sont dans le même cas. A force d'être condensés, l'attraction prédomine enfin. Dans plusieurs expériences fort périlleuses que j'ai tentées en arrêtant mécaniquement des dégagements gazeux, et notamment celui de l'hydrogène, l'accroissement de la force n'était point en proportion de l'accroissement de la quantité du gaz : il y avait donc contre-balancement de la force élastique de ce dernier. Dans les expériences déjà citées de M. Cagniard de la Tour, la force des vapeurs compactes produites dans les appareils n'était point en proportion avec la grande condensation de ces espèces de *liquides élastiques*. Il faut donc renoncer à toute cette belle théorie d'Aristote, qui faisait des gaz et des vapeurs renfermés dans la terre l'agent des tremblements de terre et des soulèvements partiels de terrain. « Il y a, dit Ovide, près de Trézène une colline élevée et sans arbres dont l'origine est due à la force des vents, qui, renfermés dans le sein de la terre et essayant de se faire jour sans succès, ont renflé la terre de la plaine comme le souffle de l'homme fait bomber une outre. La terre s'est ensuite endurcie dans sa nouvelle forme, et nous présente l'aspect d'une haute colline. » On peut voir dans les admirables observations de M. de Humboldt des faits presque contemporains tout semblables à ceux qu'Ovide place à

côté du nom de Thésée. Aujourd'hui le géologue qui peut dire avec Racine :

A peine nous sortions des portes de Trézène

ne manque pas de réciter les vers d'Ovide et de penser aux voyages de M. de Humboldt.

Laissons la vapeur d'eau produire les effets qui sont dans sa nature, entraîner nos wagons sur nos voies ferrées avec la rapidité des chevaux de course lancés à fond de train sous le poids de maigres jockeys adroitement identifiés avec l'animal qu'ils guident, et faisant 1 ½ kilomètre par minute. Laissons cette vapeur dans les *geysers* de l'Islande soulever des colonnes d'eau plus que bouillante, de 100 mètres de hauteur. Laissons Joseph Banks et ses compagnons faire cuire leurs pièces de viande et leurs poissons à ces calorifères infernaux, au risque d'éclaboussures fort malsaines et impossibles à prévenir. Pour mouvoir des continents, il faut d'autres forces que celles de la vapeur d'eau et de toutes les vapeurs connues. Il faut la réaction du feu central, du gaz central, pour ébranler la surface actuelle de la terre au point d'encroûtement où elle est aujourd'hui parvenue. Quand on veut entraîner une voiture, il ne faut pas y atteler un chien; quand on veut faire courir un train de wagons, il ne faut pas y atteler un cheval; quand on veut mouvoir des continents de 60 kilomètres d'épaisseur, il ne faut pas y faire travailler la force insuffisante de la vapeur.

La croûte ou écorce du globe terrestre, épaissie par un refroidissement de plusieurs millions de siècles, offre aujourd'hui une assiette solide aux habitants de la

terre et des mers. Cependant, comme l'état actuel a été précédé de rechutes nombreuses à mesure que le noyau du globe allait en se refroidissant et en se réduisant de volume, beaucoup de fragments de terrain solide mal agrégés entre eux menacent ruine quand les agents mécaniques viennent les ébranler dans l'état incertain d'équilibre où ils ont été amenés depuis longtemps. En un mot, tous ceux auxquels la stabilité a manqué sont retombés sur le noyau central, et tous ceux qui étaient un peu plus solides menacent ruine aujourd'hui. Les premiers se sont enfoncés hier, les autres crouleront demain.

Lorsque la rechute des masses continentales vers le centre de la terre a lieu tout d'une pièce et sans soubresauts, les mouvements du sol n'ont rien de bien dangereux; mais c'est surtout aux extrémités des continents, aux limites de la terre et de la mer, que la continuité est interrompue et que la même cause d'empilement qui a maintenu ces localités au-dessus de la mer les agite plus ensuite que tous les autres points. Telle est l'explication de l'influence du voisinage de la mer, laquelle est ici fort innocente des désastres dus à la mobilité du sol et à l'état brisé des couches amoncelées sur les rivages. Ces jours derniers, on a observé quelques légères oscillations au Havre, et, au XVIIIe siècle, la ville de Honfleur, qui est en face du Havre, fut effrayée par les roulements d'un tonnerre souterrain, qui du reste ne fut accompagné d'aucun tremblement de terre.

Ces bruits souterrains, *ruidos*, ont toujours causé beaucoup de frayeur aux habitants des localités où ils

ont été entendus, et ils n'ont pas moins exercé la sagacité des physiciens, qui se croient obligés de tout expliquer dans la nature. Le flottement des continents sur un noyau fondu et liquide nous en donnera une très-plausible raison. Si, dans les mers glacées du pôle, où flottent ce qu'on appelle si justement des champs de glace, un courant inférieur passe sans entraîner les blocs à demi soudés qui hérissent la surface de la mer polaire, alors ce courant qui passe au-dessous, entraînant avec lui des masses submergées, les fait heurter contre les blocs supérieurs et produit d'effroyables retentissements, de véritables explosions de chocs réitérés, qui doivent avoir leurs analogues dans les déplacements du fluide intérieur du globe entraînant avec lui des débris de continents submergés, qui heurtent aussi en dessous la masse qui porte nos villes et nos campagnes comme le fond déprimé du bassin des mers.

Mais de toutes les manifestations du feu central, la plus indubitable, c'est l'action des volcans, dont la terre est à la lettre criblée, du moins quand on met en ligne de compte, non-seulement ceux qui ont fait éruption depuis les âges historiques, mais encore ceux dont l'existence est mise hors de doute par les produits ordinaires des volcans, savoir des épanchements de lave, des basaltes, des sables volcaniques et toutes les roches dont l'origine ignée n'est pas douteuse. Bien plus, dans les couches relevées de hautes montagnes, on reconnaît des laves qui, dans une période antérieure à la nôtre, avaient pénétré au travers de l'écorce d'alors de notre globe, et qui depuis ont été soulevées, disloquées, inclinées avec les couches qu'elles avaient

pénétrées antérieurement. Mais, dira-t-on, en admettant une rupture dans une plaine continentale, une crevasse, une fente dans le terrain et qui pénètre au travers, comment les matériaux en fusion du noyau central nous arriveront-ils?

D'abord je remarquerai que la disposition des volcans sur le globe est précisément d'accord avec cette idée de fissure longitudinale s'étendant en longue ligne droite ou sinueuse. Tous les volcans du monde sont ainsi alignés par séries nombreuses qui suivent les lignes de brisement de la croûte du globe, soit le long du faîte, soit le long de l'enfoncement qui constitue la rupture des couches primitives. Tels sont les volcans d'Auvergne, prolongés le long de l'arête saillante de la France centrale du nord au sud. Telle est surtout la formidable ligne volcanique qui suit les sommets de la Cordillère américaine de l'ouest, le long des côtes occidentales, depuis la Californie jusqu'au Chili, en passant par le Mexique et le Pérou. Partout une longue ligne de rupture a produit une longue ligne de bouches volcaniques. On conçoit facilement qu'au moment où le sol se brise, le fluide intérieur, n'ayant plus à supporter les 60 kilomètres de terre qui pesaient sur lui, s'élève et s'élance dans l'ouverture faite, et cela exactement comme l'eau s'élève et s'élance entre les glaçons d'un lac dont on brise la croûte solide; mais, après avoir un peu dépassé le niveau et vomi un peu de matière liquide, qui est de la lave, le fluide central, plus lourd et plus compacte que les continents qui flottent sur lui, rentre dans l'ouverture et s'y tient au-dessous du niveau de la glace en vertu de son excès de pesanteur. L'assimi-

lation est complète, et si de plus on admet que par un froid prolongé l'eau qui est entre les glaçons vienne à se solidifier et à ressouder pour ainsi dire la surface, on comprendra que la lave, après s'être élevée à la hauteur convenable à son poids spécifique, se solidifie ensuite, ferme la communication entre l'intérieur et l'extérieur de notre globe, et ressoude l'enveloppe fracturée de la terre. Plusieurs volcans, parmi lesquels on peut citer, je pense, le Mowna-Roa des îles Sandwich, semblent être une communication fluide avec le feu central, et la hauteur des plaines de lave du cratère intérieur serait bien curieuse à déterminer. Du haut de ses bords, qui forment un vaste cirque de 5,000 mètres d'élévation, on peut contempler un beau spécimen du feu central aboutissant à la surface du globe, et qui plus tard se changera en une plaine de lave solidifiée fermant la communication avec le noyau central et complétant l'enveloppe totale de la terre.

Il va sans dire que les tremblements de terre sont un accompagnement presque obligé de toute éruption volcanique. Il serait difficile d'admettre que le sol, en se brisant, le fît avec un tel calme et avec si peu de secousses, qu'il n'en résultât aucun déplacement de niveau; mais l'apparition d'un volcan n'est pas réciproquement la suite forcée d'un tremblement de terre, car on conçoit que le sol et les couches du terrain peuvent retomber à un état d'équilibre plus stable sans pour cela livrer passage au fluide igné sur lequel ils flottent.

On doit à M. de Humboldt d'avoir bien établi que le noyau central du globe réagit de l'intérieur à l'extérieur

pour pousser le fluide incandescent au travers des ouvertures que tout changement de forme doit déterminer. Ce fait important s'explique facilement par la pression des continents sur le noyau central, laquelle pression force le liquide intérieur à s'insinuer dans tout espace vide avec lequel il peut communiquer soit latéralement, soit de bas en haut. Cependant cette pression ne suffit point pour rendre compte de certaines éruptions des plus violentes, et dans lesquelles ce n'est pas la lave qui paraît, mais une colonne de 18 à 20 kilomètres qui se fait jour au travers de l'atmosphère avec une force irrésistible, et dont la matière, évidemment de nature élastique et gazeuse, retombe en pluie fine de sable volcanique. C'est, pour ainsi dire, de la lave gazeuse qui s'échappe du sein entr'ouvert de la terre, et nous apporte un témoignage irrécusable de l'existence de la couche élastique que Laplace admet pour le noyau terrestre au-dessous de la couche liquide de lave qui s'épanche des cratères avec des paroxysmes bien moins intenses que ceux qui accompagnent la sortie du gaz plus central.

Pour bien établir l'ordre des trois substances qui composent l'ensemble du globe, nous mentionnerons d'abord l'enveloppe solide formant le sol universel de la terre, tant celui que nos continents nous montrent à ciel ouvert que celui qui est recouvert par les eaux des divers océans auxquels il sert de fond et dont il dessine les bassins. D'après la profondeur à laquelle toutes les matières connues de l'intérieur du globe seraient fondues et fluides, l'épaisseur de cette couche solide peut dépasser 60 kilomètres. C'est à peu près la hauteur de

l'atmosphère aérienne limitée au point où elle cesse d'être perceptible à nos sens, c'est un peu moins que la centième partie de la distance de la surface au centre de la terre. Il n'y a donc qu'une petite partie de notre globe qui soit refroidie et solidifiée. L'ensemble est encore une vaste sphère de feu recouverte d'une pellicule comparable à la fine pellicule qui enveloppe une prune ou un grain de raisin, quoique comparativement la pellicule du globe soit bien moins épaisse que celle des fruits ordinaires et notamment que l'écorce de l'orange, dont la forme aplatie est ordinairement prise pour type de celle de la terre.

Au-dessous de cette enveloppe ou écorce terrestre solide se trouve une couche de matière liquide en fusion généralement désignée sous le nom de lave, et que presque tous les géologues considèrent comme constituant à elle seule le globe entier au-dessous des continents qui flottent sur cette mer de feu. Telle n'est pas notre opinion. Nous admettons, avec Laplace, le noyau central comme doué d'une puissante élasticité gazeuse en même temps qu'il est plus compacte et plus lourd que les continents et la lave qui porte ces derniers, et qui est portée elle-même sur le gaz compacte intérieur. Suivant nous, c'est ce gaz, la plus lourde des trois espèces de matériaux du globe, qui constitue, au-dessous d'une couche liquide de lave peu épaisse, le véritable noyau incandescent du globe que l'on sait être cinq fois et demie plus pesant que l'eau, au poids de laquelle on rapporte tout. La lave flotte donc sur ce gaz plus lourd, comme les continents flottent sur la lave plus lourde qu'eux. Ainsi, en pénétrant vers le centre de la terre,

à partir des espaces célestes, on trouve d'abord le gaz léger ou l'air formant autour du globe une mer sans limites ni rivages, et portée sur les océans et les continents plus compactes que l'atmosphère; de même les océans reposent par leur fond sur l'enveloppe terrestre, qui est deux ou trois fois plus pesante que les eaux des mers; ensuite la croûte ou enveloppe terrestre repose et flotte sur la lave encore plus lourde qu'elle; enfin celle-ci repose et flotte elle-même sur le gaz intérieur, le plus lourd de tous les matériaux de notre globe. Ajoutons que la lave n'est point d'un degré de poids spécifique qui permette d'en constituer la totalité du globe terrestre. Bien des indices même semblent établir que la couche de lave est peu épaisse; et que dans les éruptions violentes elle manque promptement et fait place au gaz qu'elle recouvrait d'abord, lequel pousse avec furie ses colonnes à ressort irrésistible au travers de l'atmosphère, jusqu'à ce que leur refroidissement rapide les précipite en pluies de sables, mal à propos appelées pluies de cendres. C'est une pluie pareille, sortie du Vésuve, qui suffoqua Pline le naturaliste, qu'une vive curiosité scientifique poussait vers ce phénomène grandiose. Le célèbre philosophe grec Empédocle paraît avoir été une des victimes de l'Etna, dont il contemplait de trop près et *de sang-froid les feux ardents*, suivant le pitoyable jeu de mots d'Horace :

Ardentem frigidus Ætnam.

Je crois me souvenir que dans un entretien avec M. Boussingault, où je *fauchais* en plein dans sa riche moisson d'observations volcaniques, ce savant acadé-

micien me dit qu'il n'avait vu que peu ou point de lave dans la Cordillère équatoriale. Le fait est que les volcans très-élevés ne peuvent faire déborder la lave par le haut de leur cratère. L'Etna, qui de tous les volcans connus est celui qui pousse ses laves à une plus grande élévation, ne les déverse jamais du sommet toujours neigeux de sa région déserte. Ordinairement les flancs de la montagne crèvent sous l'effort du lourd fluide soulevé, et le fleuve embrasé se fait jour vers les plaines fertiles de la Sicile, qu'il stérilise pour bien des siècles à venir. Les écrits d'Empédocle ne nous sont point parvenus, et la science y a sans doute beaucoup perdu, car ce philosophe paraît, contre l'usage des philosophes grecs, avoir été un observateur autant qu'un raisonneur et un homme d'imagination. C'est de lui que Lucrèce a dit qu'il avait tiré du sanctuaire de son âme des oracles plus sacrés et plus certains que ceux que rend la Pythie, qui parle le laurier en tête et assise sur le trépied d'Apollon :

> Sanctiùs, et certâ multo ratione magis quàm
> Pythia, quæ tripode ex Phœbi lauroque profatur.

Je reprends ici une des raisons qu'on a d'exclure la vapeur d'entre les causes qu'on peut assigner aux convulsions du sol : c'est qu'à une certaine profondeur il n'y a plus d'eau possible, à cause de la trop grande chaleur. Ainsi, non-seulement la force de la vapeur d'eau serait impuissante, mais de plus il n'y a pas de vapeur dans les entrailles de la terre, car il n'y a point d'eau. Ceci répond encore à une lettre qui m'a été adressée, et dont l'auteur attribue la diminution graduelle, bien

constatée de siècle en siècle, de tous les fleuves d'Europe à l'infiltration des eaux douces dans le sein de la terre. Or la chaleur centrale s'oppose à cette pénétration, et à 4 kilomètres de profondeur tout est sec et déjà brûlant dans l'intérieur de notre planète.

Une autre prétendue cause des tremblements de terre dont il est bon de faire justice, c'est l'action de la lune. On sait que par l'attraction de notre satellite, renforcée de celle du soleil, l'Océan, tourmenté sous cette force invisible, soulève ses flots au milieu du calme le plus profond, et envahit momentanément ses vastes grèves. Le 25 de ce mois de septembre par exemple aura lieu une des plus belles marées du siècle. Les observateurs placés sur les quais de Quillebœuf, à l'embouchure de la Seine, verront arriver l'Océan sur une largeur de 10 à 12 kilomètres, pour se briser sur les jetées et sur les plages environnantes. Un instant après, ce fleuve remontera vers sa source avec une vitesse torrentielle, et l'on pourra contempler le mouvement des masses les plus imposantes que la nature puisse déplacer. Les recherches statistiques de M. Alexis Perrey, aussi bien que celles de trois auteurs allemands que cite M. de Humboldt, semblent établir que c'est à l'époque des grandes marées qu'ont principalement lieu les tremblements de terre, d'où l'on concluait que l'action attractive de la lune et du soleil pouvait influer sur la stabilité de nos continents solides. Il n'en est rien. Le calcul démontre que la force soulevante de la lune ne produirait pas à beaucoup près l'effet que ferait le poids d'une couche d'un tiers de mètre d'épaisseur. Or, comme personne n'admettra qu'un terrassement de 30 centimètres,

puisse disloquer les continents, cette nouvelle cause des tremblements de terre va rejoindre la cause précédemment examinée, savoir le ressort élastique de la vapeur d'eau.

A ce propos, je suis bien aise de régler un petit compte avec quelques critiques, d'ailleurs fort bienveillants, qui désirent que je mette un peu plus de mathématiques et de formules dans mes études. Donc, pour s'assurer de la vérité de l'assertion qui précède sur le peu d'énergie de l'action lunaire, les amateurs d'analyse voudront bien mettre la main à la plume et prendre l'intégrale de deux fois la masse de la lune multipliée par la distance au centre de la terre et par la différentielle de la même distance, le tout étant divisé par le cube de la distance de la lune à la terre. Ils trouveront pour résultat, entre les limites du rayon de la terre, la masse de la lune multipliée par le carré du rayon terrestre et divisée par le cube de la distance lunaire. Cette force, comparée à la pesanteur, devient égale au rapport des masses de la terre et de la lune multiplié par le cube du rapport du rayon de la terre à la distance de la lune. Or, d'après la détermination récente de M. Le Verrier, la masse de la lune est la quatre-vingt-quatrième partie de celle de la terre, et de plus on sait que la distance de la lune à la terre est égale à soixante fois le rayon de la terre. Avec ces données, on trouve que la pesanteur n'est diminuée que d'un dix-huit millionième, ce qui, sur un rayon d'environ 6,000,000 de mètres, ne fait qu'à peu près un tiers de mètre. Tel est l'effet minime de cet astre. Il est évident que la lune a été calomniée quand on a voulu la rendre responsable des dés-

astres que produisent les secousses des tremblements du globe.

Pour faire encore mieux comprendre le peu d'action de la lune sur les objets placés ici-bas, je dirai que sur un corps pesant 90 kilogrammes la diminution de poids ne serait que de 1 centigramme. Ainsi un homme qui marche ayant la lune au-dessus de sa tête n'a pas son poids diminué de cette quantité. C'est la centième partie du poids d'une pièce d'argent de 20 centimes.

Les limites d'un article scientifique, basées naturellement sur le degré d'attention que l'esprit peut donner sans se fatiguer aux sujets sérieux, me forcent à remettre ce qui nous reste à examiner et à éclaircir sur toute cette importante théorie de la constitution intime de notre globe et sur les déductions et applications qui s'ensuivent. Je ne dirai qu'un mot encore en finissant sur ces singulières paniques, ces épidémies de terreur, qui de temps en temps saisissent les populations entières, et prennent les proportions d'une vraie calamité publique. Vers les trois quarts du siècle dernier, ce furent les comètes qui causèrent cette frayeur. Le mot de *fin du monde* était dans toutes les bouches, et les instructions publiées par des autorités éclairées étaient regardées comme des précautions de police prises sans conviction par les dépositaires du pouvoir. La même frayeur se répandit vers 1825 à propos d'une faute d'impression qui s'était glissée dans un almanach maritime annonçant une marée de 1133 mètres au lieu d'une marée de 113. Tout le littoral de la France et de la Belgique attendait la fin du monde par un déluge d'eau salée, et, en attendant la catastrophe, plusieurs personnes furent

malades par l'effet de l'imagination. Ces jours derniers, les tremblements de terre ont failli avoir l'honneur d'une petite panique de fin du monde, malgré la stabilité du sol de la France et sa pente régulière vers l'Atlantique. Il semble que les gens du monde ne devraient se passionner pour la peur qu'après en avoir obtenu la permission des Académies, du moins dans les choses qui ont rapport à la science. Chez nos ancêtres, les jours de pleine lune et de nouvelle lune, les quartiers de croissance et de décours, exerçaient une influence très-réelle sur les malades, quoique rien ne soit plus chimérique que cette influence prétendue. Les Orientaux font le conte que voici : Un saint derviche en prières au lever du soleil, dans les environs du Caire, voit un fantôme qui se dirige vers la ville. « Qui es-tu? — La peste. — Où vas-tu? — Au Caire. — Pour quel motif? — Pour y tuer quinze mille hommes. — N'y a-t-il pas moyen de t'arrêter? — Non, c'est écrit. — Va donc, mais n'en tue pas un seul de trop. » A la fin de la contagion, la même rencontre se renouvelle. « Tu viens du Caire? — Oui. — Qu'y as-tu fait? — J'y ai tué quinze mille hommes. — Tu mens, car il en est mort trente mille! — J'en ai tué quinze mille, les quinze mille autres sont morts de peur. »

La réponse à la question : « Pourquoi la terre ne tremble-t-elle pas tous les jours? » c'est l'affirmative. En prenant le monde dans son ensemble, il n'est pas un jour où quelque contrée n'éprouve un de ces ébranlements provenant d'un tassement et d'une rechute des masses continentales vers le centre de la planète. Ces légers brisements de l'écorce du globe ne sont qu'une

miniature de la grande catastrophe qui, il y a un petit nombre de mille ans, déprimant et noyant les anciens continents, soulevant et desséchant les continents actuels, circonscrivant le bassin des mers, élevant par entassement les montagnes, établit l'ordre actuel des choses à la surface de la terre, et, par suite du changement de l'état météorologique de la nature entière, substitua un autre règne animal et un autre règne végétal aux anciens règnes organiques, enfin introduisit ce qu'on commence à appeler le *quatrième règne*, savoir celui des êtres doués d'intelligence.

On sait que tout le littoral de la Baltique continue à se soulever graduellement, et j'ai moi-même constaté que toute la côte de France qui borde l'Atlantique s'élève de siècle en siècle d'une quantité sensible. Les cales des vaisseaux établies à Rochefort du temps de Louis XIV sont aujourd'hui de plus d'un mètre au-dessus des cales modernes. Les marais salants du littoral de l'Aunis passent successivement à l'état de *marais-gâts*, c'est-à-dire abandonnés par la mer, non pas que celle-ci se retire, mais bien parce que le sol se soulève réellement. C'est le contraire du sens exprimé par le fameux vers d'Ovide

> Crescunt terræ decrescentibus undis.
> Et la terre s'accroît par le décroît des eaux.

Le vers français est, je crois, de Chapelain. Je le répète, le sol mobile s'est soulevé. Il en est de même à Brouage, petite ville forte du temps de Richelieu, et d'où la *malaria* a chassé tous les habitants. Les murs de la ville portent encore les anneaux où s'amarraient

les vaisseaux de Louis XIII; mais les fossés ne pourraient admettre aujourd'hui que de faibles barques, et encore au moment de la haute mer. Parmi les innombrables autorités que je pourrais invoquer sur l'Océan comme sur la Méditerranée, je prends le passage du continent dans l'île de Noirmoutiers, passage facile aujourd'hui même avec un cheval ou un âne, et qui, du temps de Henri IV, était parfois fort dangereux. C'était au point qu'un soir, se disposant à s'embarquer pour l'île, où l'attendaient une société choisie de dames et de seigneurs, une chère excellente et une belle partie de jeu, le roi fut forcé de passer la nuit très-mal à l'aise dans la cabane du batelier, malheureux de l'incommodité présente comme du regret des jouissances qu'il n'avait qu'en perspective. Le fait géologique du changement d'état de ce passage acquiert une certitude complète par la connaissance du caractère du personnage, que tout le monde sait avoir été aussi brave que vicieux.

On ne saurait trop répéter du reste que les grandes catastrophes, les changements universels n'ont lieu qu'à des époques prodigieusement éloignées les unes des autres. Pour former les dépôts qui séparent les époques antérieures à la nôtre, il a fallu des millions de siècles, et comme la dernière catastrophe ne date que de six mille ans, le genre humain peut être rassuré pour longtemps encore, sauf les petits soulèvements, les petites rechutes, les petites dislocations locales, les petits retours à l'équilibre, qui ne sont rien pour l'immense nature, mais qui sont beaucoup pour l'homme, qui n'est grand que par l'intelligence.

Les astronomes et les physiciens, qui ont conquis le monde des infiniment grands et celui des infiniment petits par la précision inconcevable de leurs moyens d'observation, se plaignent universellement de *l'instabilité de la terre*. Depuis l'Allemagne jusqu'en Amérique, depuis l'Inde jusqu'à la pointe méridionale de l'Afrique, en Angleterre, en France, en Italie, les lunettes et les niveaux décèlent un sol flottant, comme le serait le vaste pont d'un vaisseau de guerre dans un port calme. On voit l'étoile polaire troublée dans sa distance au pôle par d'inexplicables oscillations, dont l'instabilité bien avérée de nos continents nous dévoile aujourd'hui la cause. Et qu'on ne croie pas que ces minimes causes d'erreurs soient de peu de conséquence pour les astronomes, au moral comme au physique. J'ai parlé, à l'occasion des comètes, de ces passions froides qui sont plus puissantes encore que les passions fougueuses. Sans rappeler le conte de l'antiquité sur Aristote, que l'on prétend s'être jeté de dépit dans l'Eurripe, parce qu'il ne pouvait pénétrer le secret des marées de ce détroit, nous avons dans ce siècle l'exemple de deux astronomes morts *littéralement* de chagrin pour cause de discordance dans leurs observations. Quand les astronomes sentent osciller la terre au moyen de leurs lunettes, qui semblent osciller dans le ciel étoilé, on peut être assuré qu'elle oscille bien réellement et d'une manière tout à fait irrégulière. Nous retrouverons tout à l'heure ces curieuses observations, quand nous examinerons si les pôles ou pivots de la terre ne sont point ébranlés par les secousses du sol, ou si l'effet de ces commotions qui nous paraissent si fortes n'est point

comme insensible par rapport à la masse entière du globe.

Ceux à qui l'on montre par la pensée un abîme de feu sous nos pieds, avec la seule épaisseur de l'écorce du globe qui nous en sépare, sont préoccupés tout de suite de la sensation de chaleur que nous devrions sentir par ce voisinage. Plusieurs auteurs ont cru que la végétation était activée par ce feu souterrain; il n'en est pourtant rien. On a cultivé un terrain placé sur une couche de glace permanente faisant glacière, et le blé y a crû comme sur un terrain ordinaire. Dans la Sibérie du nord, où le sol ne dégèle jamais, la croissance rapide des plantes dans la couche dégelée, qui n'excède pas 2 mètres de profondeur, montre bien que la chaleur centrale n'est pour rien dans la cause qui produit la végétation, et qui n'est exclusivement que la chaleur solaire. La chaleur traverse rapidement les corps minces; mais quand l'épaisseur devient considérable, le passage de cette chaleur devient fort lent, même au travers des masses métalliques. J'ai vu dans les fonderies d'artillerie des blocs de cuivre qu'on venait de fondre, et qui n'avaient pas plus d'un demi-mètre en tous sens, conserver plusieurs jours leur chaleur centrale, en sorte qu'au moment même où ils semblaient assez refroidis pour qu'on pût les toucher impunément, si on les couvrait d'une substance qui arrêtât le refroidissement de la surface, ce corps posé dessus prenait feu. Je citerai encore un exemple curieux. Des voyageurs égarés dans les hautes régions désertes de l'Etna, au milieu des poussières volcaniques, étaient tourmentés de la soif, comme cela

semble naturel dans une contrée qui est le domaine exclusif des feux et des matières ignées. Un des guides, enfonçant par hasard un bâton ferré dans le sable brûlé et croulant, s'aperçoit que la pointe de fer mord dans quelque chose d'inaccoutumé : c'était une couche de neige et de glace que les éruptions du volcan avaient recouverte de matière volcanique *sans la fondre entièrement*, tant la chaleur envahit lentement les masses épaisses. Il est bien entendu que nos voyageurs profitèrent de l'utile dépôt respecté par les feux du dedans et du dehors de la montagne. Tous ceux qui arrivent aujourd'hui du Vésuve ne tarissent pas sur le peu d'épaisseur qu'il faut mettre entre le fleuve de feu et la chaussure du voyageur pour que celle-ci reste intacte. Fourier, d'après les notions de la physique moderne, a calculé que la chaleur qui peut traverser l'écorce du globe, même en la supposant aussi perméable que les métaux, ne ferait pas, à beaucoup près, un millième de degré de notre thermomètre, et qu'ainsi, météorologiquement parlant, l'effet en est complétement nul.

Voici quelque chose de moins sérieux pour ceux qui voudront bien comprendre comment il est possible qu'une très-petite couche de substance interposée arrête le progrès de la chaleur. L'historien Mézeray, homme grave et penseur, quoique assez excentrique dans ses manières, voit un jour entrer dans son cabinet une toute petite fille qui vient lui demander du feu. Il n'y avait peut-être pas à cette époque une seule maison, un seul ménage en France où il n'y eût un vieux sabot cassé destiné à aller chercher du feu chez les voi-

sins en cas d'extinction de celui qu'on couvrait de cendre tous les soirs. « Volontiers, ma petite, mais tu n'as pas de sabot? — Oh! monsieur, si vous voulez le permettre, j'en prendrai bien tout de même. — Fais. » Alors l'enfant, s'accroupissant près du foyer, couvrit sa petite main gauche de cendre, et de la droite elle chargea cette cendre de charbons allumés qu'elle emporta en remerciant et sans aucune crainte de brûlure. « Tout philosophe que je suis, dit tout haut l'atrabilaire collaborateur du *Dictionnaire de l'Académie*, je ne me serais jamais avisé d'un tel expédient! »

Comme la cendre et le sable, on trouve que le charbon pilé, le duvet de cygne, celui de l'édredon, et plusieurs espèces de fourrures, sont presque imperméables à la chaleur. Les moules de sable, où l'on fond et coule les boulets et les bombes, sont froids à une petite distance du fer fondu, et les pauvres ramoneurs de la Savoie et de l'Auvergne trouvent dans un sac de suie l'équivalent du somptueux édredon enfermé dans la soie qui recouvre les lits de l'opulence.

Une dame qui avait suivi avec attention les considérations que je développe ici me fit cette observation : « Je suis enchantée de savoir qu'il passe si peu de chaleur au travers de l'écorce terrestre, et que par conséquent il faille tant d'années au globe pour se refroidir! — Et pourquoi donc, puisque la chaleur que nous recevons de l'intérieur de notre planète ne peut influer en rien sur les saisons et sur les productions de la nature? — Le voici : c'est que, la terre mettant très-longtemps à se refroidir, le noyau fondu et élastique qui porte nos continents sera extrêmement longtemps à

perdre sa force par le refroidissement, et qu'il sera encore pendant bien des millions de siècles capable de porter nos continents actuels. Cela me rassure pour l'avenir. — Parfaitement raisonné, madame, et je ferai part de votre observation au public. »

A l'époque qui a précédé la nôtre, y avait-il plus ou moins de terrain à découvert? En un mot, les mers occupaient-elles plus ou moins d'espace qu'elles n'en occupent maintenant? Je crois qu'on peut présumer que les saillies du sol étaient moins prononcées quand l'épaisseur des continents était moindre, et que les primitives rechutes de la surface du globe, s'opérant dans un terrain moins épais, avaient dû enfoncer et creuser beaucoup moins les bassins des mers. Au reste, la science moderne marche vers la solution de ces questions, que l'on ne peut atteindre avant d'avoir recueilli les données qui nous manquent encore. On a placé sur nos cartes modernes de géographie physique non-seulement les diverses races d'hommes, mais encore toutes les races d'animaux, d'oiseaux, d'insectes, de végétaux, tant ceux de la terre que ceux de la mer. Si nous avions ces mêmes renseignements pour les habitants de notre globe à l'époque antérieure à l'homme, nous pourrions poser les limites de la terre et des eaux, ou, comme disaient les Grecs, *du sec ou du mouillé* (ξηρον και υγρον) à cette même époque. Les géologues travaillent activement à cette belle œuvre d'après la distribution géographique des restes fossiles des diverses races éteintes. Malheureusement, comme l'Océan occupe sans doute aujourd'hui une grande partie des terrains qui étaient à découvert dans la période qui a précédé la nôtre, il est

à craindre que les notions que peut atteindre la science de l'homme ne restent toujours incomplètes.

On m'a demandé de préciser l'observation de M. de Humboldt relative à un terrain soulevé en Amérique de la même manière que celui de Trézène dans l'Attique. Voici des détails. C'est en 1757, au Mexique, qu'un terrain de trois à quatre milles carrés se souleva en forme de vessie qui se gonfle. On reconnaît encore aujourd'hui par les couches disloquées les limites où le soulèvement s'arrêta. Sur ces limites, l'élévation du terrain au-dessus de son niveau primitif, ou bien au-dessus de la plaine environnante, n'est que de 12 mètres; mais, vers le centre de l'espace soulevé, l'exhaussement total n'a pas moins de 160 mètres. Ce phénomène avait été précédé de tremblements de terre qui avaient duré deux mois; mais quand le soulèvement s'opéra, tout était tranquille. Il se forma des milliers de petits volcans d'une à deux fois la hauteur d'un homme. Ces petits volcans microscopiques sont célèbres sous le nom de *fours* (*hornitos*) que leur donnèrent les indigènes. Enfin, au bout d'une longue crevasse du terrain, un véritable volcan, le Jorullo, de 4 à 500 mètres de hauteur, annonça son existence en vomissant des laves basaltiques. En 1822, à la suite du tremblement de terre qui détruisit en trois minutes les villes de Valparaiso, de Mélipilla, de Quillota et de Casablanca, au Chili, toute la côte américaine fut soulevée de 1 à 2 mètres. Les bancs d'huîtres qui affleuraient la surface de la mer étaient soulevés de cette quantité hors de l'eau.

Il y a des faits géologiques qui ont été tant de fois

cités, qu'ils font l'effet de ces anecdotes que tout le monde sait, et dont il suffit de prononcer le premier mot pour qu'on puisse se dispenser de conter l'histoire entière. Telle est l'apparition de l'île voisine de Santorin (Saint-Irénée) en 1707; telle est aussi l'apparition momentanée de l'île Julia ou Graham en 1831. Cette île, pendant le peu de mois de son existence éphémère (de juillet à décembre), reçut la visite de Walter Scott presque mourant qui se rendait à Naples. Cependant le romancier survécut à l'île. Enfin on n'est pas moins las des redites sur le temple de Sérapis, dans la baie de Baïa, lequel, entre le IIIe et le XVIe siècle, s'est à une époque inconnue enfoncé sous la mer avec le sol qui le portait pour reparaître plus tard avec ses colonnes percées par les coquillages qui attaquent la pierre et s'y logent. On ne sait si la catastrophe a été subite ou si la dépression a été graduelle ou lente. Le terrain paraît aujourd'hui s'abaisser un peu d'année en année. Au reste, ce prétendu temple de Sérapis n'est pas plus, dit-on, un temple de Sérapis que la colonne d'Alexandrie n'est la colonne de Pompée, dont elle porte le nom. Si le lecteur se souvient de ce que j'ai dit sur la catastrophe de la Jamaïque, où le sol du quai fut tellement abaissé, que la mer atteignait le faîte des maisons, il lui est facile de juger que si une future commotion relève quelque église engloutie, on observera sur ses murs l'empreinte des animaux marins et des mollusques qui s'y seront attachés. Un fait moins banal est celui des massives pagodes de Mélien-Waron, sur la côte de l'Inde, lesquelles, avec le sol qui les portait, sont descendues presque entièrement au-dessous du niveau de la mer,

dont les vagues se brisent contre ces singuliers écueils faits de main d'homme.

En voilà assez sur ce qu'on sait. Voyons maintenant ce qui nous reste à savoir, ou du moins ce qu'on peut espérer de savoir un jour. M. Biot a dit fort éloquemment : « Rien n'est aussi facile que ce que l'on a trouvé hier, mais rien n'est si difficile que ce qu'on trouvera demain. » C'est aussi de cette manière que raisonne la curiosité, toujours avide de l'inconnu. Une fois satisfaite, le prix des objets baisse sensiblement pour elle. L'esprit humain vient à peine d'enregistrer ses récentes découvertes, qu'il aspire à de nouveaux succès. Horace l'a dit dans un beau vers :

Transvolat in medio posita et fugentia captat.

La première de toutes les conséquences qui découlent de la constitution de la terre, c'est sa forme extérieure, qui est exactement celle d'un corps fluide tournant sur lui-même, et par suite se renflant à l'équateur, et s'aplatissant au pôle dans la forme d'une orange qui tournerait sur des pivots placés à l'extrémité de sa plus petite épaisseur. La France a eu l'initiative et l'honneur des expéditions destinées à la détermination de la figure de la terre, et dans le siècle dernier, tandis qu'une société d'académiciens partait pour le Pérou et l'équateur, d'autres, s'acheminant vers le sud, allaient, suivant Voltaire,

Geler auprès du pôle aplati par Newton.

Il est juste de dire que Newton n'était pas le premier

qui eût aplati la terre. Huygens l'avait fait avant lui, mais la cause d'aplatissement qu'il alléguait n'était pas la seule agissante. Depuis Louis XIV, il ne s'est pas écoulé cinquante ans de suite sans une expédition, en France ou au dehors, ayant pour but la détermination de la figure de notre globe. Les travaux des académiciens sur ce sujet sont aujourd'hui remplacés par ceux des officiers d'état-major, auxquels on doit la nouvelle carte de France et un grand nombre de travaux géodésiques du premier ordre, qui, avec l'intervention du directeur actuel de l'Observatoire de Paris et les longitudes électriques, vont atteindre le dernier degré de la perfection.

C'est à Louis XIV qu'il faut faire remonter l'honneur de la première mesure exacte de la terre. Il confia ce travail à l'abbé Picard, dont la réputation dans le monde littéraire n'est pas à la hauteur de son mérite. Cet excellent observateur adapta le premier des lunettes à ses instruments géodésiques. Il poussa ses triangles jusqu'à Amiens, et pour point de départ il mesura exactement une distance de 10 kilomètres sur la route de Paris à Fontainebleau. Cette localité doit être à jamais célèbre dans les fastes de la géodésie. Au-dessus de Villejuif commence une plaine immense, élevée de 80 à 100 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, et qui atteint à son extrémité les premières maisons de Juvisy. La route traverse en ligne droite cette vaste étendue, qui n'offre aux regards rien de pittoresque. Pour toute contemplation, le vent y fait l'été onduler les épis d'un sol d'une fertilité rare. L'hiver, ce plateau se couvre d'un tapis de neige non moins monotone. La verdure

du printemps, le guérets de l'automne qui nous y montrent homériquement *la terre noircissant sous le travail de la charrue*, tout y est réglé et normal. C'est là le domaine exceptionnel de la météorologie pour les pluies, les rosées, les orages, les vents, la chaleur et les influences agricoles. Au milieu de cette *base* de l'abbé Picard, à la rencontre de la route qui vient de Versailles, quelques maisons formant le hameau de la Belle-Épine marquent l'origine des eaux qui vont sourdre plus bas, à quelques centaines de mètres, et qui alimentent l'aqueduc d'Arcueil. Là, loin de l'influence de la capitale, les saisons conservent leur type normal. Les nuits, peu semblables à celles de Paris, sont calmes et obscures.

On n'y voit que la nuit, n'entend que le silence,

pour emprunter l'expression de ce Delille auquel on refuse aujourd'hui le titre de poëte. Là sans doute on élèvera quelque jour un monument à l'abbé Picard. Ce fut sa mesure de la terre qui révéla à Newton qu'il tenait le secret de l'univers, l'attraction. La mesure de la terre par Picard lui disait : *Tu l'a trouvé !*

Voilà la terre définie dans son ensemble, mais les mesures modernes sont si précises, qu'on aperçoit mille petites irrégularités dans cette figure. J'ai hasardé depuis bien des années l'idée que cette vaste masse fluide ne tournait pas uniformément sur elle-même, et que les parties centrales tournaient un peu moins vite que les continents qui en constituent la surface. Cette théorie est d'accord avec l'idée des rechutes successives de l'enveloppe extérieure vers le centre, lesquelles ont dû

donner aux masses rapprochées du centre un surcroît de vitesse de rotation. Le calcul appliqué à cette hypothèse montre que vers les latitudes moyennes il doit se produire un renflement additif à la figure que prendrait une masse fluide tournant tout d'une pièce. Le fait du renflement semble mis hors de doute par les mesures géodésiques. Ainsi, tandis qu'en général la terre est une sphère aplatie d'un trois-centième, l'Europe et les latitudes moyennes semblent appartenir à une sphère d'un aplatissement presque double, et que le docteur Young évalue à un cent-cinquantième. Les mesures des parallèles conduisent à des conclusions analogues ; toutes donnent, à moitié distance entre l'équateur et le pôle, la ceinture de la terre plus grande qu'il ne convient à sa forme générale. Notre XIXe siècle laissera encore sans doute bien des choses à trouver là-dessus au XXe, qui nous arrive à grands pas.

Si l'hypothèse hardie que je viens d'indiquer est réellement la cause efficace de ce qu'on observe, on voit que les continents, tournant plus vite vers l'orient que le noyau central qu'ils devancent, feront de la terre une véritable machine électrique qui aura ses courants de l'est à l'ouest, et qui, par suite, dirigera l'aiguille aimantée du nord au sud avec toutes les irrégularités que comportent naturellement l'inégalité des épaisseurs de la croûte terrestre, les accidents de température et le déplacement intérieur de la lave et du fluide central. La seule conclusion générale que l'on puisse tirer de cette idée théorique, c'est que nos continents, marchant plus vite que le noyau central, laisseront quelque peu en retard les lignes magnétiques dont le globe est couvert,

et que par suite tout le système de ces lignes semblera marcher vers l'occident. C'est aussi très-expressément ce qui a lieu et qui jusqu'ici n'a point été expliqué. Pour éclaircir ce fait, il faut savoir qu'à Paris, en 1666, année de la fondation de l'Académie des Sciences, l'aiguille aimantée pointait juste au nord, et qu'ainsi elle indiquait exactement le sens du méridien. Il n'en fut pas de même les années suivantes. L'aiguille aimantée faussa sa direction polaire, et quelques années plus tard ce fut Londres, à l'occident de Paris, qui jouit du privilége de voir la boussole indiquer le vrai nord. Plus tard, ce fut l'Irlande, et de nos jours il faut franchir l'Atlantique et même pénétrer assez avant dans les États-Unis pour trouver l'aiguille nord et sud comme elle était à Paris en 1666. Je crois me souvenir que c'est en quatorze cents ou quinze cents ans que les lignes magnétiques font le tour du globe, ce qui indiquerait que les continents feraient une révolution de plus que le noyau central en quinze cents ans environ. Ce serait un tour de plus au bout de cinquante mille tours, ce qui n'a rien d'improbable. Ce résultat est-il d'accord avec le suraplatissement de la terre en Europe? C'est ce qu'il faudra calculer.

Avant d'aller plus loin dans le champ de ces conjectures, remarquons que cette constitution a fait de notre globe une vaste machine électrique par le frottement des continents solides sur le noyau fluide intérieur, et que dès lors nous avons en main une cause qui peut-être rendra raison des aurores boréales et australes, si complétement inexpliquées jusqu'ici. Tout ce qu'on sait de ces brillants météores, c'est qu'ils tirent leur origine

de l'électricité en mouvement, et que par suite ils illuminent le ciel en agissant sur l'aiguille aimantée, qu'ils tourmentent pendant toute la durée de leur apparition. C'est certes un phénomène bien extraordinaire que de voir un léger barreau aimanté, délicatement suspendu sous les voûtes de l'Observatoire de Paris, trembler et s'agiter aux lueurs d'un météore qui n'illumine que le nord de la Suède. Ces belles observations sont de M. Arago. Voici un fait dont j'ai été témoin. Un savant voyageur, M. Fiedler, lui parlait de ses voyages dans le Nord à la recherche des mines. « Avez-vous observé de belles aurores boréales? lui dit M. Arago.—Sans doute, lui répondit M. Fiedler, et au commencement de 1825 j'en ai vu une d'un éclat éblouissant.... — Arrêtez, lui dit M. Arago, ne me dites pas la date, je vais la trouver sur mon registre d'observations de l'aiguille aimantée. » Pendant la sortie de M. Arago, M. Fiedler me donna exactement la date de son aurore boréale, qui coïncidait avec le jour de la naissance de son premier fils. Sur ces entrefaites, M. Arago descendit avec son registre, et nous montra une perturbation très-grande de l'aiguille magnétique au jour précis indiqué par M. Fiedler, date qu'il avait, à la demande de M. Arago, inscrite sur mon portefeuille. Ici comme partout, c'est la même remarque : si nous ne savons pas, la postérité saura.

Depuis Laplace, les mathématiciens, rebutés par les difficultés de l'entreprise, semblent avoir déserté le champ des spéculations relatives à la forme de la terre, à la stabilité des mers, à l'équilibre général ou plutôt à la constance des mouvements de rotation du globe sur lui-même. Un jeune mathématicien anglais, M. Hen-

nessy, me paraît être entré dans la bonne voie de l'école française et avoir posé les bases de la solution de bien des problèmes aussi importants que nouveaux. Malheureusement le nombre de ceux qui peuvent apprécier des travaux d'un tel ordre est très-petit. Laplace, qui dédia à Napoléon sa célèbre *Mécanique céleste*, en reçut une lettre de félicitations aussi noble que profondément pensée, et qui confirme ce que je viens de dire.

De toutes les périodes naturelles, à savoir le mois lunaire, l'année solaire, les révolutions des planètes, aucune n'est fixe. Le jour seul est invariable; c'est la seule mesure exacte du temps. L'année est aujourd'hui plus courte de quelques secondes qu'au commencement de notre ère. Le mouvement de la lune est on ne peut plus irrégulier. C'est donc au jour qu'il faut tout rapporter. Or, physiquement parlant, peut-on admettre que la rotation de la terre, qui donne cette période, est tout à fait constante?

Oui, si l'on pense que dans les commotions du globe les masses qui retombent sont de très-petite importance par rapport au globe entier; autrement le mouvement de rotation de la terre serait accéléré, et le jour diminuerait dans sa durée. Or nous savons, sans crainte d'erreur aucune, que la durée du jour est restée invariable depuis la naissance de l'astronomie jusqu'à nous, car les anciens ont mesuré plusieurs périodes astronomiques avec le jour de leur époque, et comme ces durées se trouvent exactement les mêmes quand on les mesure avec notre jour du XIXe siècle, il faut nécessairement en conclure que le jour est resté le même, puisqu'en se servant de cette mesure pour le même ob-

jet, on trouve le même résultat. Cependant, à l'époque des grandes catastrophes et des grandes chutes des matériaux de la surface du globe vers son centre, la rotation a dû être sensiblement accélérée. Il est facile du reste de calculer l'effet produit sur la durée du jour par un rapprochement du centre égal à 10, à 20, à 30 mètres pour toute l'écorce du globe. La communication du mouvement de la partie extérieure à la partie intérieure, en changeant les vitesses primitives, doit être aussi une cause de changement lent dans la forme du globe et dans la durée de sa révolution. Enfin, en admettant une vitesse plus grande des masses continentales, il devra résulter plusieurs effets curieux de réaction entre les continents et le noyau central, suivant que les continents passeront sur telle ou telle partie du noyau, accidentellement plus chaude ou plus élastique, plus légère ou plus compacte.

Il n'est guère personne qui ne sache que la terre tourne autour d'un axe passant par deux pôles ou pivots qui sont fixes dans le ciel comme sur la terre. C'est ce qu'on voit quand on fait tourner un globe géographique ordinaire sur les supports qui le dirigent. Or ce cas de la fixité des pôles est en mécanique un cas exceptionnel. Un corps en rotation pourrait, comme la toupie, tourner en se balançant circulairement, et l'axe de rotation tournerait lui-même dans un cercle autour d'un axe fixe. Tout ce qui trouble la rotation d'un corps tournant produit cet effet du balancement en rond de l'axe du corps. Ainsi cet *effet* a dû se produire au moment de la dernière catastrophe du globe, car il n'est guère possible d'admettre que la précipitation des ma-

térieaux vers le noyau intérieur ait été assez régulière pour ne donner aucun balancement à l'axe et aux pôles de la terre. Voici tout ce que nous savons, ou plutôt tout ce que nous pouvons présumer là-dessus. L'excellent astronome M. Peters a cru reconnaître un petit balancement de huit centièmes de seconde dans la ligne des pôles autour d'un état moyen. La période de ce mouvement est d'environ dix mois ou 304 jours. Ce déplacement, mesuré sur la surface terrestre, ne serait que d'à peu près 5 mètres, quantité bien minime. Le travail de M. Peters a donné l'éveil, et dès lors il est fort utile. L'exactitude de cet excellent observateur est connue de tout le monde astronomique.

Pour avoir quelque chose de moins sérieux sur ces mouvements de rotation qui ont épuisé la force intellectuelle de Newton, de d'Alembert, de Laplace, de Poisson, nous dirons qu'à la visite de la reine d'Angleterre, conduite par l'empereur à l'exposition universelle, les deux souverains se sont arrêtés plus de vingt minutes auprès du merveilleux appareil de M. Léon Foucault. La terre (pour me servir d'une assez méchante plaisanterie polytechnique) *a eu l'honneur de tourner devant Leurs Majestés;* mais un autre instrument du même physicien pour la rotation des corps, le gyroscope, n'a pas moins attiré l'intelligente attention des illustres visiteurs. Un lourd anneau tournant, mis en mouvement circulaire, s'est montré presque doué de volonté; il s'est dirigé comme l'aiguille aimantée, il a résisté aux caprices des mains qui le tenaient; enfin il a semblé voler circulairement autour du fil qui le portait, exactement comme si la pesanteur

eût perdu tout empire sur lui. Incroyable! ce mot sortait en français et en anglais de toutes les bouches.

Au moment de l'exposition universelle de l'industrie du genre humain, ce ne serait guère être de son temps que de ne pas considérer au point de vue *industriel* la question de la constitution intérieure du globe terrestre; mais on me demandera quel rapport il y a entre cette constitution et une opération industrielle quelconque, et si je veux mettre en exploitation le feu central de la terre? A cela je réponds sans hésiter : Oui, et je déclare que l'entreprise n'offre aucune difficulté insurmontable. Passons à la preuve.

Chacun sait qu'on fait tout avec de la chaleur. On substitue le travail de quelques centimes de charbon au travail de l'homme pendant toute une journée. Avec le feu, on pare aux inconvénients des climats, on modifie les substances alimentaires, on active la croissance des plantes, et on rend possibles des cultures que refuserait le climat; enfin on compose et on décompose tous les corps. Prométhée, en donnant le feu à l'homme, lui donna l'empire du monde et la multiplication indéfinie de sa race. Eh bien, il faut aller prendre au sein de la terre cet élément précieux, qui s'y trouve en si grande abondance. La terre a ses mines d'or, d'argent, de cuivre, de fer, de sel, de charbon, mais elle est tout entière pour ainsi dire elle-même une vaste mine de chaleur.

Il ne s'agit point ici de percer le fameux puits de Maupertuis, qui, suivant Voltaire, voulait traverser la terre de part en part pour que nous pussions voir nos antipodes en nous penchant sur le bord de ce puits

profond d'environ 6,400 kilomètres. Il ne s'agit aujourd'hui que de s'enfoncer sous terre de 4 kilomètres au plus. Déjà à 3,000 mètres on aurait la température de l'eau bouillante. Une capacité souterraine à cette profondeur serait donc un véritable magasin de chaleur qu'on pourrait regarder comme inépuisable.

Rappelons, avant de finir, que c'est ainsi qu'agit la nature dans la production des eaux thermales : elle précipite des sources froides dans de profondes cavités dont le fond est par suite à une haute température, et dès lors l'eau, qui tombe froide dans ces cavités souterraines, en fait déborder l'eau chaude qui les remplissait d'abord. Or des eaux venant de 4,000 mètres de profondeur seront plus que bouillantes et propres à mille usages industriels. Est-ce donc la difficulté de pénétrer à quelques kilomètres de profondeur qui pourra nous arrêter, quand nous avons vu les Américains forer à la vapeur des tunnels immenses dans le roc siliceux? Au lieu d'un tunnel horizontal, il faudra seulement forer un tunnel en pente; voilà tout. On formera un escalier tournant suivant une vaste hélice d'une inclinaison convenable pour une descente aisée et surtout pour la construction des ouvrages préservatifs des infiltrations et des éboulements. Le résultat sera une source de chaleur inépuisable, et pendant le forage, avec une aération bien entendue, les travailleurs et les machines ne craindraient guère la chaleur du sol. Bien plus, à une certaine profondeur, on ferait travailler la chaleur même du terrain au forage ultérieur et à l'agrandissement de la cavité souterraine. On aurait à sa disposition le choix du local et le temps : rien d'impossible dès

lors. Il y a en Suisse telle galerie percée dans des rochers qui a demandé plusieurs siècles de travaux. Il n'en faudrait pas à beaucoup près autant ici, si l'on pense qu'il ne s'agit au total que d'un tunnel de quelques kilomètres, ouvrage exécuté bien des fois dans les percements des voies de fer. Je ne crains pas d'affirmer que les travaux qui créeraient ainsi des *sources thermales artificielles* seraient tout aussi profitables à la science qu'à l'industrie. Par exemple, à 4 kilomètres de profondeur, le baromètre se tiendrait à une hauteur de $3^{m},50$ au lieu de 76 centimètres, qui est sa hauteur moyenne à Paris.

Au moment où je termine cette étude, un grand événement met en fête la France et l'Angleterre. Entre ces deux pays alliés pour la cause de la justice et de la civilisation, *il n'y a plus de détroit*. Si les deux nations sont unies pour les conquêtes politiques, elles doivent être unies aussi pour les conquêtes scientifiques. Serait-ce être trop exigeant que de demander qu'à l'exemple de l'expédition d'Égypte et de celle de Morée une Commission de savants fût bientôt adjointe à l'expédition de la mer Noire, que le merveilleux câble électrique de 600 kilomètres qui nous a transmis les nouvelles de nos victoires nous donnât l'importante longitude de Sébastopol, qui autrefois avait été forcément conclue de celle de Malte, que ce Gibraltar anglo-français devînt pour la civilisation ce qu'il était contre elle, que le degré de salure des mers environnantes fût fixé dans les diverses saisons et à diverses distances des embouchures des fleuves, enfin tout ce que peut apprendre une région si nouvelle et si exceptionnellement située entre le

Caucase et le Danube, le Tanaïs et le Bosphore? Jusqu'ici, les graves préoccupations de la guerre ont dû écarter l'idée d'une Commission scientifique du Pont-Euxin. Rien aujourd'hui sans doute ne peut s'opposer à cette création. Qu'on se souvienne de tout ce que l'expédition scientifique d'Égypte a ajouté d'éclat à la campagne militaire, et quel prix y attachait le grand capitaine qui mettait en tête de tous ses titres celui de membre de l'Institut. Aujourd'hui comme alors, la science n'est-elle pas une des gloires de la France?

(Septembre 1855.)

DE LA PLUIE

ET

DES INONDATIONS.

DE LA PLUIE

ET

DES INONDATIONS.

Les heureux citadins de notre civilisation moderne ne s'occupent guère des phénomènes météorologiques que comme de légers accidents atmosphériques qui n'apportent aux relations de la société que des agréments ou des contrariétés. Parler de la pluie ou du beau temps signifie en général avoir une de ces conversations que l'on ne soutient que faute de mieux, et qui ne commandent qu'un intérêt des plus secondaires. Avec des précautions convenables, les personnes valétudinaires ou d'une organisation nerveuse savent elles-mêmes se mettre à l'abri des influences de la saison et des troubles exceptionnels de l'air où nous vivons. Il n'en est pas tout à fait ainsi pour les habitants des campagnes, qui sont mis forcément en relation avec les grandes influences de la nature. Pour l'homme isolé des habitations, le froid et le chaud, le temps sec ou pluvieux, le vent ou le calme, l'orage ou l'air serein, sont des circonstances importantes qui agissent énergiquement pour la santé ou pour la maladie.

Mais quand on considère que les nombreuses popula-

tions de nos contrées s'alimentent du produit d'un petit nombre de plantes et d'animaux, et que cette production si essentielle dépend uniquement des influences du climat, les études météorologiques reprennent le haut rang qui leur est dû dans l'agriculture comme dans la médecine. Elles entrent par leurs résultats dans le domaine de l'économie politique. Il ne s'agit plus d'une partie de promenade contrariée par le mauvais temps ou d'une averse à éviter, mais bien de l'approvisionnement et de l'alimentation des deux cent cinquante millions d'hommes de notre Europe. En un mot, la question est celle de la subsistance facile ou de la disette, de l'abondance ou de la famine.

Les pluies désastreuses qui ont ravagé la France par les inondations qui en ont été la suite dans ces derniers mois, et qui, chose singulière, ne se sont fait sentir que dans la France moyenne, dans les bassins de la Loire et du Rhône, entre les bassins non compromis de la Seine et de la Gironde, ont excité, par la grandeur du fléau, un étonnement général, une véritable consternation. Chacun a demandé quelle était la cause de ces désastres, et s'il était possible de les prévoir, de les prévenir, ou enfin de les réparer. Tous ceux que l'on présume s'occuper de la physique du globe ont été accablés de questions relatives à cet état météorologique si exceptionnel, et la réponse prudente : « Je ne sais pas! » était loin d'être accueillie favorablement, et provoquait infailliblement cette réflexion peu obligeante: « Mais à quoi donc sert la science? »

Avant de répondre, il faut savoir; pour savoir, il faut observer et recueillir des instructions venues de diverses

parties du globe; il faut enfin connaître quel a été l'état météorologique du globe dans les années antérieures. On voit que dans une pareille situation de nos connaissances l'ignorance et le doute sont bien pardonnables, ou plutôt qu'ils sont impérieusement commandés, sous peine de tomber dans les inconvénients qui attendent ceux qui se croient obligés de tout savoir et d'avoir réponse à toutes les questions. En essayant aujourd'hui d'expliquer les inondations de la France centrale par la théorie de la pluie que j'ai donnée en 1848, je ne me flatte pas d'entraîner une conviction unanime. Je désire seulement qu'on pèse attentivement les faits que j'ai groupés et les analogies nombreuses d'où j'ai déduit mes conclusions.

L'air, même quand il est pur, transparent et bleu, est un vaste réservoir d'eau en vapeur mêlée à l'air sec et constituant avec lui ce que l'on appelle l'*atmosphère*. C'est cette vaste mer aérienne sans rivages et sans limites qui entoure la terre de toutes parts, et dont la profondeur peut être estimée à 60 kilomètres. L'homme, les animaux et les plantes vivent au fond de cet océan de fluide respirable qui est environ huit cents fois moins compacte que l'eau, mais qui cependant, mobilisé par des vents impétueux, peut remplacer le poids qui lui manque par la grande vitesse qu'il acquiert, et produire des effets tout aussi terribles que l'eau, ainsi qu'on l'observe dans les ouragans des Antilles et des contrées intertropicales, qui rasent tout à la surface du sol qu'ils balayent.

La présence de l'eau dans l'atmosphère est indispensable pour rendre l'air respirable. Un air trop sec des-

sèche les poumons et incommode les hommes, les animaux et même les plantes. C'est ce qu'on éprouve dans les ascensions en ballon ou sur les sommets des montagnes; car l'air y est presque privé totalement de vapeur d'eau. On sait les effets désastreux du *sémoun* ou vent sec du désert. Une trop grande humidité de l'air a aussi ses inconvénients pour l'hygiène, et tout le monde connaît la *malaria* des lieux chauds et humides. En comparant sous ce point de vue l'Angleterre et la France, Paris et Londres, nous trouvons qu'à Paris l'air contient en général moitié de la vapeur totale qu'il peut porter avec lui, tandis qu'à Londres cette quantité approche de l'humidité extrême, et que les bois ne peuvent s'y conserver que sous une couche de vernis qui les préserve de cette influence destructive.

Au reste, rien n'est plus facile que de forcer l'air à déposer l'eau qu'il contient sous forme de vapeur : il suffit de le refroidir. Tout vase qui, l'été, contient de l'eau froide ou de la glace, se couvre à l'extérieur d'une couche épaisse d'eau qui bientôt après ruisselle le long de ses parois et peut être recueillie en assez grande abondance. C'est ainsi que les larges feuilles des choux et des plantes potagères, refroidies par l'exposition à ciel découvert, rassemblent, non pas de simples gouttes, mais bien des petites flaques d'eau très-pure qui en remplissent toute la concavité. C'est la théorie de la rosée.

Une donnée importante de la question qui nous occupe, c'est que l'air contient d'autant plus de vapeur d'eau qu'il est à une température plus élevée; en sorte que dans les régions équatoriales l'atmosphère porte une bien plus grande masse d'eau que dans nos climats.

Chez nous, même, il y a entre l'hiver et l'été une grande différence de vapeur mélangée à l'air ; il y en a six fois plus dans la saison chaude qu'au moment où il gèle. Aussi les pluies d'été, quoique moins fréquentes, sont bien plus abondantes que celles d'hiver, et les pluies tropicales sont de même très-supérieures aux nôtres pour l'épaisseur de la couche d'eau qu'elles versent sur la terre.

Le refroidissement de l'air étant la cause que tout le monde assigne à la pluie, il reste à savoir comment se produit dans la nature ce refroidissement, généralement très-subit. Là est le secret de la formation de la pluie.

De tous les moyens d'échauffer ou de refroidir l'air, il n'en est pas de plus efficace et de plus prompt que de le comprimer ou de le dilater. Ainsi l'air enfermé dans un étui de cuivre ou de verre, et rapidement comprimé par une baguette garnie d'un tampon, s'échauffe au point d'enflammer de l'amadou. Si, après avoir resserré de l'air dans un grand réservoir, on lui ménage une sortie par une petite ouverture, cet air reprend son volume en sortant, il s'étend en tous sens, se dilate et devient froid ; il dépose de l'humidité, et même de la glace, sur les corps où il souffle. L'air qui s'échappe des lèvres, quand on siffle, donne, après avoir été comprimé dans la poitrine, une impression de fraîcheur bien connue, ce que ne fait point l'air qu'on exhale doucement avec la bouche ouverte. On peut voir la fable de la Fontaine sur ceux qui *soufflent le chaud et le froid.* Au physique, tout le monde en est là.

Cet effet se produisait en grand dans une machine

des mines de Schemnitz, en Hongrie. Là un vaste réservoir d'air humide portait le poids d'une colonne d'eau de 150 mètres. Quand on lui ouvrait une issue au moyen d'un robinet, on voyait cet air conserver pendant quelque temps sa transparence jusqu'à ce qu'il se fût dilaté convenablement dans l'espace, où il se répandait librement. A une certaine distance de l'orifice, l'air, refroidi par l'expansion subite, changeait la vapeur transparente en nuage visible à l'œil. Plus loin, le nuage encore plus refroidi donnait des gouttes d'eau, c'est-à-dire de véritable pluie. Enfin, à une distance plus grande encore, l'humidité de l'air se transformait en neige et en glace que l'on recueillait sur un bonnet de mineur.

Les expériences de physique où l'air dilaté se refroidit sont innombrables. Ainsi les premiers coups de piston d'une machine pneumatique produisent un brouillard dans le récipient de cristal. Ainsi, quand on partage l'air d'un ballon de verre entre deux ballons pareils, un thermomètre fait d'une triple lame métallique, extrêmement mince, indique un froid supérieur à ceux qui règnent en Sibérie. Quand le baromètre baisse de 2 centimètres, l'air se refroidit de 3 degrés centigrades.

Maintenant, par quel procédé la nature dilate-t-elle l'air pour le refroidir ainsi et lui faire donner de l'eau par la condensation de la vapeur? C'est tout simplement en le transportant dans des régions élevées, où la pression est moindre, où par suite l'air se dilate, se refroidit et précipite la vapeur qu'il avait avec lui.

D'après ce qui vient d'être dit, soulevez une masse d'air à une hauteur de 200 mètres; elle portera un

poids d'air moindre. Cette diminution de poids sera de 2 centimètres du baromètre. Cette masse se refroidira donc de 3 degrés, et si l'élévation est beaucoup plus grande, par exemple de plusieurs milliers de mètres, comme le long des flancs d'une montagne, le refroidissement est énorme, et, si l'air est humide, il se produit une abondante averse d'eau ou de neige.

M. le commandant Rozet, officier d'état-major, a bien voulu, à ma demande, vérifier directement cette assertion pendant ses beaux travaux géodésiques, le long de la chaîne des Pyrénées. Ayant placé plusieurs observateurs munis de thermomètres le long des flancs d'une montagne, pendant qu'un vent constant et bien réglé poussait un courant d'air ascendant le long des pentes de cette montagne, il a reconnu que l'air, à mesure qu'il s'élevait, devenait de plus en plus froid, et cela de la même quantité que la théorie assignait à l'avance. Ceci nous explique la cause du grand froid qui règne au sommet des pics très-élevés. Il est évident que tout l'air que les vents poussent dans ces hautes régions n'y arrive que très-dilaté à cause de la petite pression de l'atmosphère à ces hauteurs, et que cette dilatation cause un vif refroidissement de l'air, qui se communique à la montagne que baigne cet air refroidi. Au reste, il y a aussi d'autres causes de refroidissement pour les sommets isolés; mais celle-ci est certainement une des plus efficaces. Il est des montagnes, telles que celles de l'Inde, au sommet desquelles le poids de l'air est réduit à la moitié de ce qu'il est ordinairement dans les plaines peu élevées ou sur le rivage de l'Océan. Quand on voyage dans ces sites aériens, on voit souvent apparaître ca-

pricieusement de petits nuages dont la dimension n'est que de quelques mètres et qui disparaissent aussi subitement qu'ils se sont formés. On sent qu'il suffit qu'une petite masse d'air humide ait été soulevée de quelques dizaines de mètres pour montrer sa vapeur en brouillard, et qu'au bout de quelque temps le réchauffement de ces petites masses au sein d'une atmosphère plus chaude doit y faire rentrer la vapeur, à peu près comme nous voyons les petits lambeaux de nuages que lancent nos locomotives flotter dans l'air et y disséminer leur vapeur blanche, qui reprend, en se mêlant à l'air, et de la chaleur et de la transparence.

Ce phénomène s'est montré à moi dans toute sa magnificence au milieu d'une des gorges élevées des Pyrénées, entre la France et l'Espagne. Un vent violent poussait l'air des plaines françaises le long des flancs abrupts de la chaîne du Canigou. Par une circonstance particulière, cet air peu chargé d'humidité ne devenait brouillard et nuage qu'à la hauteur où j'étais placé; ensuite, en se précipitant vers l'Espagne, il se condensait, il regagnait la chaleur que la dilatation lui avait fait perdre, et, à quelques mètres au-dessous de moi, il reprenait sa transparence et cessait d'être nuage. La persistance du petit nuage qui couronnait la hauteur, malgré un vent violent qui aurait semblé devoir l'entraîner rapidement, était un phénomène des plus curieux que j'observais de tous mes yeux, mais dont je ne cherchais point alors la cause. La même observation a été faite par plusieurs des explorateurs de montagnes, et notamment par l'illustre M. Cordier.

On a dit très-justement que les météores sont les ex-

périences de physique de la nature. En voici une exécutée, sur une échelle immense, au centre de la France, dans l'atmosphère de cette vaste et riche plaine de la Limagne d'Auvergne, que dominent de loin la chaîne du Puy-de-Dôme et celle du Mont-Dore. Un soleil brillant dardait ses rayons sur la contrée fertile qui environne Clermont et Riom. Pas un nuage dans toute cette vaste étendue, pas même cette teinte légèrement pâle qui, chez nous, ternit un peu l'azur du ciel et nous rend invraisemblables les ciels d'outremer des peintres italiens. Partout le calme de l'air et la transparence la plus parfaite. Tout à coup un mouvement s'opéra dans cette masse précédemment si calme. Le vent d'après-midi la poussa vers le Puy-de-Dôme, et les arbres, inclinant légèrement leurs têtes vers la montagne, indiquèrent que c'était vers ce côté que le courant d'air prenait sa route. Forcément cette masse d'air devait se soulever en suivant les flancs herbeux de la montagne. En montant, elle devait être déchargée du poids de toutes ces couches d'air au-dessus desquelles elle se plaçait successivement. De là une dilatation, un refroidissement et toutes ses conséquences. En effet, on vit bientôt la tête du courant ascendant se troubler, s'obscurcir, et former un nuage dont on apercevait le dessus et le dessous, le commencement et la fin. Peu à peu, le courant continuant à se transformer en nuage, celui-ci occupa tout l'espace jusqu'à la moitié de la hauteur du Puy-de-Dôme. Ultérieurement, la tête du nuage offrit toutes les apparences de ces nuages lourds terminés en dessous par une base plane d'où s'échappe ordinairement la pluie. Celle-ci ne fit pas longtemps défaut, et la teinte du sol

arrosé montra bientôt l'étendue de la partie du courant d'air d'où s'échappaient les gouttes d'eau d'une pluie abondante. Un peu plus tard, quand le vent eut encore élevé le nuage, la scène changea, et ce furent des flocons de neige qui sortirent du nuage encore plus refroidi, pour joncher les sommités du Puy-de-Dôme et donner aux habitants de la plaine le spectacle, habituel pour eux, d'une neige d'été. Les observateurs, placés sur la haute cime, purent vérifier l'image hardie de Huygens le père, qui, franchissant les Alpes, s'étonnait de porter ses pas au travers des neiges de juillet et d'août :

Ferre per æstivas torpida membra nives.

Une grande obscurité avait momentanément dérobé le ciel et la terre aux contemplateurs stationnés sur le pic le plus élevé. Un caprice du vent fit plier le courant d'air à droite, vers la chaîne du Mont-Dore, et tira, pour ainsi dire, d'une manière magique, le rideau qui leur avait dérobé pour quelque temps le spectacle de la belle Limagne d'Auvergne, avec ses cultures, ses moissons, ses arbres, ses roches volcaniques et ses rivières, dont les ondes étincelaient au grand soleil. Il ne restait du météore qu'une plaine de neige qui blanchissait momentanément la plus haute cime du mont, et, plus bas, les hautes herbes mouillées, qui réservaient au retour des explorateurs de la nature un bain à peu près aussi complet que s'ils eussent traversé à gué les eaux de l'Allier, qu'ils apercevaient à l'horizon.

Il est bon d'observer cependant que les choses ne se passent pas toujours d'une manière aussi paisible. Sou-

vent les courants d'air n'accostent les flancs des montagnes qu'avec de furieux ouragans qui ne permettent pas aux voyageurs de se tenir debout. D'autres fois, de formidables coups de foudre, renouvelés à chaque seconde, sont échangés entre le nuage et la montagne. Alors les hommes et les troupeaux, saisis d'une panique étrange, fuient à grande vitesse le théâtre du redoutable météore. Les moutons rivalisent de course avec les chiens pour aller chercher ailleurs un refuge, et tout disparaît en un instant d'alentour du voyageur resté seul, et que ses guides eux-mêmes ont abandonné.

Une chaîne de montagnes qui s'élève au centre d'une contrée est donc une véritable source de pluie, par le refroidissement qu'elle occasionne dans les masses d'air humide qui franchissent ses sommets; et, je le répète, par cela seul que ces masses d'air se dilatent en montant dans l'espace, et en se trouvant déchargées du poids des couches inférieures qui les comprimaient. Remarquons ici que rien ne limite la quantité de pluie que peut donner une pareille disposition du terrain. Tant que le courant d'air continue à affluer pour franchir la barrière élevée que lui oppose la chaîne montagneuse, la pluie ne cesse de tomber de l'air refroidi de ce courant; en sorte que, si le vent humide s'établit en permanence, il dépose des masses fluides telles, que le lit des rivières est impuissant à les contenir, pour les conduire comme à l'ordinaire à la mer ou aux grands fleuves dont les rivières sont tributaires.

Si l'on connaît le relief d'un pays et la nature des vents régnants, on peut vérifier que partout où ces vents trouveront un obstacle qui les forcera de s'éle-

ver, ils donneront naissance aux sources de rivières dont les eaux seront en proportion de la hauteur de l'obstacle qui leur a été opposé. Les Alpes nous offrent un exemple frappant de cette influence d'arrosement : les vents habituels du sud-ouest, qui nous arrivent de l'Atlantique, en venant déposer leurs eaux à la barrière alpine, nous donnent le Rhône et le Rhin, deux des plus grands fleuves de l'Europe occidentale. Les vents chauds et humides de l'Italie et de la Lombardie, en franchissant les Alpes tyroliennes, nous donnent le Pô et tous les affluents et tributaires de son bassin, *seguaci sui,* pour me servir d'un mot de Dante. On sait que ce fleuve, pendant ses crues, roule dans l'Adriatique un volume d'eau tel, que, pendant le blocus continental, les croisières anglaises pouvaient s'approvisionner d'eau douce hors de la portée des canons de la côte. Ausone a dit :

Padi ruentis impetu torrentior.

Enfin, ces mêmes Alpes, recevant dans leurs nombreux chaînons le vent de retour de la Russie, donnent naissance au Danube, le roi des fleuves d'Europe, qui, après avoir reçu cent affluents qui ont une origine analogue, va contribuer puissamment à dessaler cette mer Noire où viennent de s'illustrer de tant de gloire nos modernes Argonautes de la justice et de la civilisation.

Mais, dira-t-on, il pleut dans les plaines dépourvues de hauteurs considérables, il pleut même au milieu de l'Océan, là où aucune barrière ne peut forcer les courants d'air à se soulever, à se dilater, à se refroidir et

à précipiter leur humidité. Les bassins de la Somme, de la Seine, de la Loire, de la Charente, de la Gironde, de l'Adour, ne sont qu'en très-faible partie adossés à des chaînes montueuses. D'où vient ici l'ascension des masses d'air qui doit produire leur refroidissement et la pluie qui en est la suite? Je vais le dire.

Il est impossible de ne pas admettre que, quand un grand courant d'air s'est établi dans une direction quelconque, il est souvent ralenti dans sa marche, soit par les aspérités du terrain qui le retardent, soit par les forêts et les plantations au travers desquelles il ne se fraye un passage qu'avec des difficultés et des retards qui se communiquent à la masse entière mobilisée; de plus il faut, pour que le courant s'avance, que l'air qui le précédait lui ait livré passage en se déplaçant lui-même. Or un changement de direction, ou la rencontre d'un courant d'air opposé, ou encore l'obstacle d'un air allant moins vite que celui qui le suit, mille causes enfin, sans compter l'influence calorifique des rayons solaires, doivent fréquemment retarder la marche de ces courants capricieux. Or tout courant qui s'est arrêté, ou seulement retardé dans sa route, se renflera, se soulèvera en augmentant de hauteur tout comme s'il eût été soulevé dans toute son épaisseur en glissant le long d'une pente inclinée. L'effet sera donc le même : il y aura dilatation et refroidissement. Telle est l'origine de la pluie qui alimente nos rivières des plaines. Alors la pluie s'échappe de toute la masse du courant d'air qui s'est dilaté en s'arrêtant, et on explique ainsi comment il tombe plus de pluie dans une plaine que sur une hauteur saillante au mi-

lieu, et comment, par exemple, on recueille sensiblement plus de pluie dans l'appareil qui est placé au pied de l'Observatoire que dans celui qui est sur la plate-forme élevée de ce grand édifice. Il y a un petit nombre d'années il ne pleuvait point dans la basse Égypte. Les vents constants du nord, qui y règnent presque exclusivement, passaient sans obstacle sur cette terre privée de végétation. Sur les toits d'Alexandrie on conservait les grains sans les recouvrir ou les préserver des injures de l'atmosphère; mais, depuis que des plantations y ont été faites, il en résulte un obstacle qui retarde le courant d'air septentrional. Cet air retardé se gonfle, se dilate, se refroidit et donne de la pluie. Les forêts des Vosges et des Ardennes produisent le même effet pour le nord-est de la France, et nous donnent une forte rivière, la Meuse, aussi remarquable par le volume de ses eaux que par le peu d'étendue de son bassin. Sous le point de vue du retard d'un courant et des effets de ce retard, un de mes illustres confrères, M. Mignet, non moins penseur profond qu'écrivain éloquent, me suggérait que, pour produire de la pluie, une forêt valait une montagne. Cette remarque est vraie à la lettre. Enfin, en plein Océan, où le retard d'un courant aérien ne peut provenir ni des inégalités du terrain, ni de la présence des forêts, ni du contournement des vallées, il en est bien d'autres causes, telles que la rencontre de courants contraires, ou l'effet des vents d'est et d'ouest que fait chaque jour naître le soleil, ou enfin l'agitation que le vent lui-même imprime à la mer pour faire les vagues, agitation qui ne peut être produite par l'air sans que celui-ci ne perde

de son mouvement en en communiquant une partie aux flots qu'il tourmente de mille manières.

Si l'on jette les yeux sur une mappemonde et qu'on soit instruit de la marche générale des courants de l'atmosphère, on aura le secret de tout ce que fait la nature pour l'arrosement de notre globe. Partout où il y aura une cause de soulèvement des masses d'air, soit à raison des chaînes de montagnes, soit par un arrêt des masses d'air mobilisées, il devra pleuvoir et on verra naître des rivières. Un seul mot cependant sur ces pluies tropicales qui sont si abondantes dans la zone torride, où l'air étant très-chaud contient par là même une grande quantité de vapeur d'eau. Lorsque le soleil arrive d'un côté ou de l'autre de l'équateur sur la tête des habitants de ces régions, il détermine par la chaleur de ses rayons, tombant à plomb, un courant ascendant semblable à celui qui s'élève au-dessus de tous les corps échauffés. C'est ce courant qui fait monter la flamme et la fumée de nos foyers domestiques ou des feux qu'on allume en plein air. On sait que ces courants qui s'élèvent de la zone torride vont ensuite se déverser vers les deux pôles et y tempérer la rigueur du froid. Or ce courant ascendant, emportant avec lui sa vapeur, est précisément dans le même cas que celui qui s'élève le long de nos montagnes. Il monte en vertu du mouvement primitif qu'il reçoit de l'action du soleil et va se refroidir en se dilatant dans les régions supérieures de l'atmosphère, d'où résultent ces pluies qui font de l'Amazone une mer d'eau douce dont la longueur se compte par milliers de kilomètres et la largeur par centaines des mêmes mesures.

Voici maintenant la cause qu'on peut assigner à la catastrophe météorologique qui a désolé naguère la région moyenne de la France.

Tout le monde connaît l'immense courant d'air chaud qui, sous le nom de *vents alizés*, marche vers l'ouest entre les tropiques. Une portion de ce courant se déverse sur l'Atlantique, et revient des États-Unis à la France et à l'Europe en passant sur un courant d'eau chaude qui suit la même route, et qui tempère ce vent de retour de manière à produire pour la France un climat d'une qualité supérieure à toute autre contrée située à pareille distance de l'équateur. D'après les lignes de chaleur tracées par M. de Humboldt, si l'on prend une localité quelconque au milieu de la France, par exemple en Champagne ou en Bourgogne, il faudra partout ailleurs se rapprocher du midi pour trouver des localités également favorisées pour la chaleur et les productions du sol qui en dépendent. Ce courant d'air tempéré, qui jette sur la France une sorte de manteau protecteur, se déverse par un premier embranchement vers Marseille; puis, par une seconde branche, il entre par Trieste dans la mer Adriatique; puis encore il redescend en partie vers l'équateur par la mer Noire, par la mer Caspienne, par la Perse et par l'Inde. Il rejoint ainsi le grand courant des vents alizés. Plus loin, les chaînes de l'Himalaya et de l'Altaï de Sibérie lui opposent une barrière infranchissable, et stérilisent ainsi toute la Chine occidentale. Voilà donc établi le régime normal de notre atmosphère française et européenne. Or, depuis plusieurs années, ce courant, qui accostait l'Europe par le milieu de la France, s'était peu à peu

déplacé ; il était remonté jusqu'à la Baltique et au nord de l'Allemagne, et il avait interrompu le décroissement régulier de la chaleur qui a lieu à mesure qu'on s'élève vers le pôle, à un tel point, que le nord de l'Allemagne se trouvait momentanément plus chaud que le milieu de cette vaste contrée.

C'est sans doute cette circonstance qui a rendu les dernières années remarquablement sèches dans l'Angleterre du sud : le courant humide passait plus haut. Je n'ai pas besoin de dire que cet état de choses était exceptionnel et pour ainsi dire forcé. Ce n'est point le régime habituel du courant atlantico-européen, lequel passe d'ordinaire par le milieu de la France. Cette année une rechute s'est opérée. Le courant a repris son ancienne direction, et il est venu aborder la France par son milieu, reprenant ainsi son cours naturel. Mais il n'a point trouvé les voies préparées ; il n'a point trouvé établis les déversements naturels vers le midi dont nous avons parlé plus haut. Il a rencontré un obstacle dans l'immobilité de l'air de la France, jusqu'à ce que le régime primitif des déversements naturels ait été reproduit. Cet air humide a donc dû s'entasser au-dessus de l'atmosphère du milieu de la France, et par suite il a été soulevé, dilaté, refroidi, et nous a donné des pluies désastreuses. Il est évident que la surcharge de l'air a rétabli les anciens courants, et que sans doute les pluies de 1856 ne se renouvelleront pas en 1857. On voit, par ce qui vient d'être dit, combien il est important de jeter un coup d'œil d'ensemble sur le globe entier, et combien il est nécessaire d'en connaître le régime normal et les exceptions qui viennent suspendre le cours régulier des

météores; car on est alors menacé d'un retour brusque au régime naturel, avec les inconvénients attachés à tout changement violent dans l'ordre de la nature. Les communications par voie électrique nous promettent beaucoup pour le perfectionnement de la météorologie, et l'Observatoire de Paris, soutenu par une volonté auguste, a déjà pris pour la connaissance de l'ensemble des faits de la physique du globe la plus utile et la plus honorable initiative. Espérons qu'à une époque prochaine les peuples ne seront jamais pris à l'improviste par aucun des grands phénomènes de la nature.

Mais ce n'est pas tout que de prévoir la possibilité ou l'imminence d'une crise météorologique, il faut organiser les moyens d'en atténuer les effets désastreux, à peu près comme on cherche à s'approvisionner de céréales dès le moment où l'on prévoit une récolte insuffisante. Ici toutefois les difficultés sont bien autrement grandes.

En effet, la nature et les travaux d'art ont établi le lit de nos fleuves et de nos rivières de manière à permettre aux grandes crues de s'écouler jusqu'à la mer sans dépasser certaines limites au delà desquelles il y aurait dégâts et catastrophe. Or, comme les phénomènes de la nature peuvent outre-passer les prévisions les plus étendues, il semble qu'il n'y ait plus pour ces circonstances exceptionnelles, comme pour tous les fléaux de la société, qu'à attendre la cessation du mal. Quelles digues auraient pu contenir les inondations des mois derniers dans les bassins de la Loire et du Rhône? Il me paraissait donc complétement impossible de parer à de si redoutables éventualités. Une autorité souveraine,

après avoir consulté les lumières pratiques de nos ingénieurs, qui tiennent le premier rang dans le monde entier, n'a pas jugé la chose désespérée. Il s'agit de mettre des obstacles temporaires à la réunion trop prompte de toutes les inondations partielles, et de donner le temps de s'écouler aux masses d'eaux déjà accumulées avant de laisser d'autres masses destructives arriver pour augmenter le désordre et le rendre irremédiable. Gagner du temps est tout dans cette circonstance, et si l'on peut retarder la marche d'une rivière de manière à la faire aller deux fois moins vite, c'est comme si l'on en réduisait les eaux à moitié, puisque l'on gagne deux fois plus de temps pour en opérer l'écoulement. J'adopterai cette manière de voir, qui me paraît très-rationnelle. Il s'agira donc de placer au travers des cours d'eau qui deviendront menaçants des barrages momentanés, qui diminueront la pente et la dépense de ces cours d'eau, et par suite les rendront inoffensifs.

La question ainsi posée, il nous faut imaginer un barrage momentané, facile à établir sans travaux préparatoires longs et dispendieux, et qui puisse entraver la marche du courant jusqu'au moment où la masse de ses eaux n'offrira plus de danger. En ce genre, rien ne me paraît plus praticable que d'avoir de grandes caisses creuses en fonte, et pareilles à celles dans lesquelles on embarque des provisions d'eau à bord des grands bâtiments de la marine. Ces caisses, d'ailleurs très-solides, flottent facilement quand elles sont vides, et sont, par suite, d'un transport aisé. Après les avoir amenées en travers du courant, on les relierait l'une à l'autre

par des chaînes courtes et solides, et l'on ferait de leur ensemble une espèce de pont flottant. En les laissant ensuite se remplir d'eau par une ouverture convenable, ces caisses s'enfonceraient jusqu'au seuil de la rivière, et mettraient à l'écoulement des eaux un obstacle dont l'ingénieur réglerait à volonté la puissance et l'effet. La pose d'un pareil barrage ne serait guère plus difficile que l'établissement d'un passage sur pontons au travers d'une rivière quelconque, et plus tard, pour rendre les caisses susceptibles de flotter de nouveau et d'être transportées ailleurs, il suffirait de les vider de l'eau qu'on y aurait laissé s'introduire. J'avais à deux reprises fait proposer au pacha d'Égypte ce système de barrage pour élever le niveau des eaux du Nil sans constructions difficiles ou dispendieuses; malheureusement c'était en 1840, lors de l'expédition anglaise, et je n'ai point reçu de réponse à mes communications. Plusieurs de nos ingénieurs les plus illustres ont donné leur approbation à ce système de barrage mobile, mais c'est surtout en matière d'hydraulique qu'il faut laisser à l'expérience à prononcer. Le maître souverain, c'est le succès, *usus magister*. C'est une autorité irrécusable, et qu'aucune autre ne peut remplacer.

Voilà donc ce qu'on peut faire pour diminuer les effets des grandes crues subites, prévues ou non. Un préservatif extemporané et momentané est opposé à une menace passagère et à un danger de courte durée. Ici tout est logique. Mais ne conviendrait-il pas d'organiser le sol lui-même de manière à prévenir ces entassements d'eaux si menaçants, qui semblent se former aujourd'hui plus fréquemment que dans les siècles passés?

On peut déjà reconnaître que la culture, qui, par l'établissement de fossés et de procédés de drainage, rend l'écoulement des eaux pluviales plus prompt et leur arrivée plus rapide dans les cours d'eau permanents, que la culture, disons-nous, a contribué à donner à nos rivières un régime torrentiel. Les cours d'eau, par le rapide écoulement des produits de la pluie, s'enflent démesurément et ravinent leur lit. En même temps la terre végétale des collines est entraînée loin des hauteurs qu'elle devrait continuer à recouvrir et à rendre fertiles. Pour éviter cet inconvénient, tout le monde a pensé à des fossés creusés en travers de la pente pour arrêter les eaux et les terres qu'elles entraînent. Ces fossés devraient être plantés et défendus contre la dévastation ordinaire des bûcherons et du bétail. Toutes les crêtes des collines devraient sans retard être boisées, ce qui aurait le double avantage de produire la pluie, comme nous l'avons dit déjà, et ensuite d'en retenir les eaux bienfaisantes. Plus tard, de proche en proche, la végétation gagnerait de l'espace et refertiliserait la terre. Quant à la mise à exécution de ces travaux, dont les propriétaires supporteraient une partie de la dépense, je me hasarderai à reprendre une idée que j'ai déjà émise dans ces *Études*, à savoir, l'organisation de régiments de planteurs pris parmi les vétérans de l'armée. On utiliserait ainsi, dans des travaux qui seraient à peu près analogues à ceux des jardiniers, la vieillesse et une partie de l'âge mûr d'hommes estimables dont on assurerait la subsistance jusqu'à leur mort. Leurs habitudes de surbordination, la régularité de leur travail, et le bas prix auquel on

[illegible] assurerait leurs services, comme complément de pen-
[illegible]on de retraite, [illegible]ement de ces corps si utiles auxiliaires
[illegible] l'agriculture. Nos ancêtres [illegible] n'avaient pas notre
[illegible]ssante [illegible]ganisation [illegible], donnaient les inva-
[illegible]des à des bandes nomades d'anciens soldats, en
[illegible] cimetières ou des basiliques
[illegible] aujourd'hui, et qu'ils
[illegible] pourrait les employer plus
[illegible] fertiliser le sol, et à porter
[illegible] que des exploitations peu
[illegible] en déboisant des contrées
[illegible] en faisant même disparaître
[illegible] sur des coteaux autrefois
[illegible] aussi exécuter une portion
[illegible] de drainage que réclame
[illegible] la France. On les appliquerait
[illegible] terrains qui sont perdus à
[illegible]ères et sur les côtes de la mer,
[illegible] susceptibles de culture par l'a-
[illegible] fixation des dunes. C'est aux
[illegible] appartient de réclamer de nos
[illegible] les services que demande la
[illegible] point de gloire qui vaille le
[illegible] plutôt c'est la plus brillante de
[illegible] de faire quelque chose pour
[illegible] *mente mortalem*. Suivant cette
[illegible] est participer à la Divinité que
[illegible]

(Août 1856.)

L'ASTRONOMIE

EN

1855.

s'assurerait leurs services, comme complément de pension de retraite, feraient de ces corps d'utiles auxiliaires à l'agriculture. Nos ancêtres, qui n'avaient pas notre puissante organisation financière, donnaient les invalides à des bandes nombreuses d'anciens soldats, en les employant à bâtir des monastères ou des basiliques dont la dimension nous étonne aujourd'hui, et qu'ils terminaient rarement. On pourrait les employer plus utilement aujourd'hui à fertiliser le sol, et à porter ainsi remède aux dévastations que des exploitations peu prudentes ont commises, en déboisant des contrées entières outre mesure, et en faisant même disparaître toute trace de végétation sur des coteaux autrefois productifs. Ils pourraient aussi exécuter une portion des travaux d'irrigation ou de drainage que réclame l'état agricole actuel de la France. On les appliquerait à la fertilisation des vastes terrains qui sont perdus à l'embouchure de nos rivières et sur les côtes de la mer, ou recouverts de sables susceptibles de culture par l'amendement du sol et la fixation des dunes. C'est aux hommes d'État qu'il appartient de réclamer de nos sciences modernes tous les services que demande la société actuelle. Il n'est point de gloire qui vaille le bonheur d'être utile, ou plutôt c'est la plus brillante de toutes les gloires que celle de faire quelque chose pour le bien public. *Deus est juvare mortalem*. Suivant cette belle pensée de Pline, c'est participer à la Divinité que de venir en aide aux hommes.

(Août 1856.)

L'ASTRONOMIE

EN

1855.

L'ASTRONOMIE

EN

1855.

Si l'on considère l'immense étendue du domaine des sciences, tant théoriques que pratiques, et l'activité avec laquelle le génie de l'homme, aujourd'hui débarrassé des subtilités métaphysiques, féconde le champ entier des sciences d'observation, on croit au premier aperçu que le tableau des nouvelles découvertes doit embrasser un nombre considérable d'objets divers, et que la *quantité d'admiration* que peut contenir l'esprit le plus optimiste sera insuffisante pour payer tous les mérites qui se sont fait jour depuis un petit nombre de mois. Pour bien des raisons, il n'en est pas ainsi. D'abord le nombre des inventions de premier ordre est nécessairement fort limité; ensuite, comme l'a très-bien remarqué Laplace, ce grand mathématicien qui fut si célèbre sans l'être autrement que par la science, les œuvres scientifiques ne peuvent jamais atteindre à une renommée comparable à celle des œuvres littéraires. Quelle que soit la valeur des travaux mathématiques, il leur manque toujours *un public*, il leur manque ce qu'on

appelle *le marché*, autrement les consommateurs. Copernic, dans la dédicace de son fameux *Traité des Révolutions* au pape, s'indigne des critiques que des gens, qui *parlent à tort et à travers*, se mêlent de faire des conceptions qui leur sont inaccessibles. « Les œuvres mathématiques, ajoute-t-il, sont écrites pour des mathématiciens; » *mathematica mathematicis scribuntur*. Mais où trouver assez de mathématiciens pour faire un public à ces génies dédaigneux? Qu'ils nous permettent d'avoir une haute opinion de leur capacité et des calculs transcendants qui les ont mis en possession des brillants résultats qui font leur gloire, mais qu'ils nous permettent aussi de connaître, d'admirer principalement les fruits de leurs travaux, à peu près comme en face d'un tableau, d'une statue, d'un monument d'architecture on oublie le pinceau, le ciseau, les échafaudages et tout ce qui est du métier, pour jouir de l'œuvre du génie.

Un autre avantage des œuvres d'imagination est encore la perfection individuelle de l'œuvre elle-même, qui, comme Minerve, sort toute complète du génie qui l'enfante, tandis que, comme le remarque encore Laplace, tout livre de science sera infailliblement surpassé en perfection par ceux qui partiront du point où l'auteur s'est arrêté. Les chants d'Homère et de Virgile, les tragédies de Racine, les compositions de Molière et de Shakespeare sont aussi peu susceptibles d'être retouchées et perfectionnées que l'Apollon du Belvédère ou la Vénus de Milo. On ne peut pas appliquer aux œuvres de l'imagination ce que Bacon disait si bien des sciences: *Les générations passent et le domaine de la science*

s'agrandit. Aussi l'admiration n'est point ici pour celui qui sait le plus, mais pour celui qui a su le premier. Newton a su *le premier* pourquoi les planètes voyagent autour du soleil sans être retenues et guidées dans le vide des cieux autrement que par leur pesanteur vers cet astre, de même que la lune escorte fidèlement notre globe sans autre lien et sans autre support que sa pesanteur, pesanteur identique avec celle qui précipite un corps lourd quelconque vers le centre de la terre. Il a vu la lune et le soleil soulevant les plaines océaniques pour amener deux fois par jour vers les rivages les flots des marées et les faire ensuite reculer par les mêmes périodes. Il a vu la cause du déplacement des équinoxes, qui fait tourner en deux cent soixante siècles tout le ciel étoilé au travers de nos saisons. Il a trouvé la cause de plusieurs des irrégularités du mouvement de la lune, le plus capricieux et le plus *indiscipliné* de tous les corps célestes. Depuis Newton, Clairaut, d'Alembert, Euler et toute l'école de Lagrange et de Laplace ont été plus loin que lui. Ils ont plus fait et mieux fait que Newton; mais il était le premier! Pour prendre un autre exemple, compare-t-on pour l'honneur les voyages transatlantiques des *steamers* américains et anglais, qui mènent au nouveau monde en une semaine et demie, avec le pauvre voyage de Cristophe Colomb qui lui fit *découvrir ce monde!*

Vers le milieu du siècle dernier, les auteurs de l'*Encyclopédie*, pour appeler à des études sérieuses la société française, qu'ils jugeaient trop adonnée à des occupations purement littéraires, imaginèrent d'appeler

les bons esprits à chercher dans la nature, dans les arts, dans les ateliers, ce que la méditation, activée par la nécessité de surmonter des difficultés matérielles, avait pu créer d'ingénieux, d'utile, de poétique même. Ce fut encore par millions que le livre de l'abbé Pluche sur le *Spectacle de la Nature* eut des lecteurs. Tout le monde sait que dans le plan nouveau des études françaises une part plus large est faite aux notions positives; mais où placerons-nous la limite de ce qu'il faut nécessairement savoir et de ce qu'on peut ignorer sans honte?

Je crois qu'il faut ici, comme partout ailleurs, consulter l'expérience, et voir ce qu'en général dans la société tout le monde désire connaître, et aussi voir ce qui paraît indifférent ou peu attrayant au plus grand nombre des esprits. La Bruyère a très-justement dit qu'un homme bien élevé n'est pas humilié de ne pas comprendre dans tous ses détails le mécanisme d'une montre, parce qu'il sait que les ouvriers qui la font ne sont bien souvent que des manœuvres peu intelligents. Cependant, si à l'exposition universelle on voit une petite pièce de notre célèbre Froment, l'artiste français par excellence, régler, au moyen de l'électricité de la pile, l'échappement des horloges avec une supériorité de précision inconnue jusqu'à lui, on veut pénétrer la cause physique de cet effet admirable, comprendre tous les inconvénients auxquels ce système remédie, et enfin vérifier par des observations astronomiques le résultat annoncé. Le lecteur me permettra de lui dire ou de lui rappeler que, dans les montres et les horloges, le mouvement du balancier ou celui du ressort

spiral règle l'échappement successif des dents qui vont ensuite porter aux aiguilles par des renvois les indications de l'heure, de la minute et de la seconde. De la perfection de cet échappement dépend la régularité de la marche de la pendule ou de la montre. Souvent à cette marche est attachée la perte ou la sécurité du navigateur. Aussi les constructeurs de montres marines et autres ont-ils épuisé tout ce que le génie, stimulé par la difficulté à vaincre, peut enfanter de plus merveilleux. De toutes les denrées qui ont un prix commercial, je crois me souvenir que le petit morceau d'acier qui fait un ressort de montre est celle qui, proportionnellement à son poids, a la plus haute valeur. Un kilogramme d'acier travaillé en bons ressorts de montres marines vaudrait incomparablement plus qu'un kilogramme d'or, lequel cependant se paye plus de 3,000 francs. L'étude de tous les systèmes d'échappement imaginés, proposés, employés depuis Huygens, le premier inventeur, cette étude, disons-nous, occuperait une vie entière. Le fameux Berthoud, célèbre horloger du siècle dernier et membre de l'Académie des Sciences, faisait demander grâce à ses confrères lorsqu'il entamait cet interminable sujet de ses méditations chronométriques, malgré l'importance du sujet pour l'astronomie, la navigation, la géographie et tous les arts de la paix et de la guerre. Peut-être ce qui précède sur l'échappement a-t-il fait sur le lecteur l'effet des Mémoires de Berthoud sur les membres de l'Académie des Sciences. Qu'il me soit permis d'ajouter, pour égayer ce sujet *austère*, qu'à l'une des longues séances de Berthoud sur l'échappement,

un savant atrabilaire écrivit sur un papier le quatrain que voici :

Berthoud, quand de l'échappement
Tu nous traces la théorie,
Heureux qui peut adroitement
S'échapper de l'Académie!

puis il sortit. Son voisin, excédé comme lui, lut le papier et profita du conseil, en sorte que de proche en proche la désertion fut complète. Il ne resta que le lecteur avec le président et les secrétaires, *que leur grandeur attachait à leurs fauteuils*, comme celle de Louis XIV l'attachait au rivage du Rhin. Il n'y a donc pas moyen d'exiger d'un homme non *spécial* des études aussi étendues d'une des mille inventions qui font la gloire et le bonheur matériel de notre civilisation moderne.

De tous les hommes supérieurs, Arago a été de beaucoup le premier dans l'art de voir en une machine ou une invention le mérite principal, dégagé de tout accessoire parasite. Ses leçons sur les échappements principaux, à l'École Polytechnique et à l'Observatoire, étaient des modèles de clarté et de profondeur. S'il eût pu ou voulu travailler à une encyclopédie de toutes les connaissances scientifiques qu'à tout homme ayant reçu une éducation libérale il n'est pas permis d'ignorer, nous aurions certes le plus précieux trésor de science *indispensable* qu'il soit possible d'imaginer. Qui entreprendra après lui de créer une œuvre si difficile, où il faudra faire la juste part des exigences du sujet, de la science de l'auteur, et surtout du public? On reprochait

à un faiseur de systèmes politiques que ses lois ne conviendraient guère qu'à des hommes parfaits, et non aux hommes de nos sociétés actuelles. Il répondit : « Oh! pour les hommes tels qu'ils sont, qui est-ce qui voudrait les gouverner? » Beaucoup de nos écrivains de science semblent avoir désespéré d'instruire le public et s'être retranchés dans l'assertion de Copernic. On peut lire comme exemple le *Système du Monde* de Laplace, ouvrage tout mathématique, aux formules algébriques près, mais par compensation on pensera aux écrits de Fontenelle, de Buffon et d'Arago.

En général on peut dire, relativement aux découvertes scientifiques, que la société ne remercie pas deux fois d'un présent qu'on lui fait. Il n'y a pas deux admirations successives pour un même ordre de travaux, même d'un grand mérite : tout est pour le premier. Ainsi, sans rappeler Cristophe Colomb, lorsque Jacob Brett eut le premier fait passer des dépêches au travers du détroit qui sépare la France de l'Angleterre, on ne donna plus qu'une attention secondaire à des travaux bien plus étonnants. Notez bien que je dis que M. Jacob Brett fut le premier qui fit passer et non pas le premier qui imagina de faire passer des dépêches. Depuis lors, que de merveilles dans ce genre! Un câble sous-marin de 600 kilomètres (150 lieues) a traversé et traverse encore la mer Noire, et nous apporte en trois ou quatre heures des nouvelles de la Crimée. Avec des communications électriques non interrompues, les dépêches ne mettraient pas plus d'une seconde pour faire ce trajet. J'ai en ce moment sous les yeux le beau sondage fait par la marine française entre

la Sardaigne et l'Afrique, et avant peu M. John Brett, le frère de celui que j'ai nommé plus haut, fera communiquer la France et l'Algérie par la Corse et la Sardaigne. La plus grande distance n'est que le tiers de la distance qui sépare dans la mer Noire Balaclava de Varna. Quand les Américains voudront bien faire passer leurs câbles télégraphiques par le Labrador, le Groënland et les îles nord de l'Angleterre, ainsi que je l'ai demandé depuis longtemps dans ces *Études*, ils rattacheront infailliblement le nouveau monde à l'ancien, et de Paris à New-York, ville aujourd'hui d'un million deux cent mille habitants, on se parlera aussi vite qu'un astronome de Paris parle à un astronome de Londres, ou bien que deux interlocuteurs échangeant leurs idées dans un même salon. Eh bien, essayez de faire admirer aujourd'hui au public le câble électrique de Balaclava, vous ne trouverez que des oreilles distraites. Un peu plus, un peu moins, c'est connu. *Non bis in idem*. Les inventeurs pourraient répéter, par rapport à la société actuelle, le mot prétendu d'Alexandre sur les dispensateurs de la gloire : « O Athéniens ! que de travaux je m'impose pour être loué par vous ! »

Je ne puis m'empêcher de faire ici un rapprochement de contraste entre les idées des anciens et les nôtres sur le rôle que les mers doivent jouer dans la civilisation du monde. Horace nous dit que Dieu, dans sa prudence, a séparé les terres par des océans qui les isolent, et que c'est une impiété que de monter sur des vaisseaux qui vont contre cette intention de la Divinité. Il en est autrement aujourd'hui, et c'est la

mer et les ports qui rendent une contrée accessible à tout l'univers. Chose étonnante, pas un des auteurs du XVIIIe siècle n'a parlé du motif qui avait porté Pierre Ier à fonder Pétersbourg dans une situation maritime! Le câble électrique de l'Algérie nous fournit une nouvelle preuve que la mer est faite pour la communication des peuples civilisés. En partant de la Sardaigne et en voguant vers les côtes de l'Afrique, on trouve, à peu de distance des extrêmes limites des possessions françaises, la petite île de Galite; qui servira de station au câble électrique d'Algérie; mais ensuite, si l'on abordait la terre au plus près, on passerait par le territoire de populations incomplétement soumises, qui mettraient en péril le conducteur électrique dès qu'il aurait quitté la mer. On a donc changé de plan, et maintenant le câble électrique, après avoir fait une station à l'île de Galite, continuera sa route sous-marine directement jusqu'à Bone. Ce sera par mer que se fera la communication en toute sécurité.

Ce que j'ai dit de l'admiration refusée aux secondes merveilles de la télégraphie électrique, j'aurais pu le dire également pour la photographie. Après les noms de Daguerre, de Niepce, de Talbot, qui connaît les autres plus modernes qui ont cependant laissé bien loin derrière eux ces trois inventeurs? Par une fâcheuse exception, on refuse ici au talent la renommée qu'on lui accorde partout ailleurs, car la renommée est au talent ce que la gloire est au génie. Dans les sciences, le talent, quant à sa récompense, est complétement et injustement sacrifié.

S'il n'y a pas beaucoup de *nouveau sous le soleil*, sui-

vant l'assertion de Pythagore, voyons ce qu'il y a de nouveau *au-dessus du soleil*, dans les régions astronomiques. Les planètes, comme on peut le penser, continuent leurs évolutions périodiques autour de leur axe central. Les étoiles persistent, soit dans leur fixité, soit dans les légers mouvements que les astronomes leur ont reconnus. Les étoiles doubles continuent à tourner l'une à l'entour de l'autre et à marquer les siècles. Les observatoires ne laissent passer aucun phénomène non étudié. Plusieurs ont adopté une étendue limitée de travaux pour les approfondir plus complétement. Le nombre des petites planètes qui sont au milieu de l'espace qu'occupent les grandes s'augmente continuellement, et il est maintenant de trente-sept. Quelle masse de veilles pour les astronomes, et surtout avec l'obligation de faire usage maintenant de télescopes beaucoup plus forts pour observer ces petits objets! Je me bornerai à donner la liste de ces minimes planètes découvertes en 1853, 1854 et 1855, pour compléter les listes précédentes que j'ai déjà mises dans ces *Études*.

N° d'ordre.	Nom de la planète.	Nom de l'astronome.	Date de la découverte.
24.....	Thémis.....	De Gasparis.	6 avril 1853.
25.....	Phocéa.....	Chacornac....	6 avril 1853.
26.....	Proserpine..	Luther.....	5 mai 1853.
27.....	Euterpe.....	Hind.....	8 novembre 1853.
28.....	Bellone.....	Luther.....	1er mars 1854.
29.....	Amphitrite..	Marth.....	1er mars 1854
30.....	Uranie.....	Hind.....	22 juillet 1854.
31.....	Euphrosine..	Ferguson....	1er septembre 1854
32.....	Pomone.....	Goldschmidt.	26 octobre 1854.
33.....	Polymnie....	Chacornac...	28 octobre 1854.

N° d'ordre.	Nom de la planète.	Nom de l'astronome.	Date de la découverte.
34.....	Circé.....	Chacornac...	7 avril 1855.
35.....	Leucothéa...	Luther.....	19 avril 1855.
36.....	Atalante....	Goldschmidt.	5 octobre 1855.
37.....	Fidès.....	Luther.....	5 octobre 1855.

M. Arago avait exprimé la crainte que les noms mythologiques ne vinssent à manquer aux individus de ce groupe qui sont désignés maintenant par leur numéro d'ordre, suivant la série des époques de leur découverte, d'après la désignation introduite par le savant astronome américain M. Gould. Cependant, comme il y a souvent deux planètes découvertes le même jour, car chaque astronome faisait sa chasse dans une région différente du ciel dans la même nuit bien sereine, il est bon de leur conserver un nom mythologique qui les distingue exclusivement. Les noms de Palès, d'Aréthuse, de Doris, d'Aglaé, de Terpsichore, sont encore vacants; mais au besoin on trouverait dans Hésiode, dans Homère et dans les dictionnaires de la Fable environ deux ou trois cents noms de nymphes, de divinités, de femmes célèbres qui ne dépareraient pas cette liste céleste. Les Américains ont vivement réclamé et réclament encore contre l'adoption du nom de Victoria pour la planète qui porte le n° 12, d'autant plus que M. Hind, qui l'a découverte, avait indiqué le nom de Clio pour remplacer celui de Victoria, au cas où l'on aurait quelque répugnance à un nom de souveraine. Sans vouloir rien préjuger sur les convenances, on peut se féliciter qu'aucune des planètes trouvées à l'Observatoire de Paris n'ait reçu le nom de l'impératrice Eugénie, quoique le mot soit parfaitement grec. En at-

tendant la décision de la postérité, la planète n° 12 porte les deux noms de Victoria et de Clio. Les satellites de Jupiter avaient été baptisés par Galilée *astres de Médicis* (*Medicea sidera*) en l'honneur du grand-duc de Toscane : cette dénomination a disparu depuis longtemps; mais que dire du nom imposé par M. le maire de Dusseldorff à la dernière petite planète découverte par M. Luther, astronome de l'observatoire municipal de cette ville? Comment, voilà une planète qui se nomme *Fides*, la foi! Sans doute c'est la foi luthérienne! Et, puisque M. Luther est l'un de ces descendants du fameux Luther que le roi de Prusse fait élever chaque année à ses frais, il est juste qu'il y ait dans la découverte quelque chose qui rappelle le fougueux ennemi des indulgences qui partagea la chrétienté en deux camps. Cependant il est curieux de voir la foi chrétienne en compagnie de Leucothéa, de Proserpine, de Thétis et de Bellone, autres planètes précédemment découvertes par M. Luther. Il ne reste plus qu'à faire arriver l'espérance et la charité avec la foi, pour avoir toutes les vertus théologales dans le ciel païen avec Mercure, Vénus, Mars et Jupiter. Il ne faut donc pas adopter ce nom bizarre. A la vérité, je trouve dans Horace ce vers :

Incorrupta Fides nudaque Veritas,

avec des lettres majuscules pour *Fides* et *Veritas*. Malgré tout ce qu'on pourra dire, ces divinités n'ont point droit de bourgeoisie dans la cité céleste où règne Jupiter. Vivons donc dans l'*espérance* que M. le maire de Dusseldorff voudra bien avoir la *charité* de renoncer à

sa *foi* planétaire pour ne point la compromettre dans un ciel très-peu chrétien. Je ne rappellerai point ici les anathèmes d'Arago contre l'esprit échevin, notez que je ne dis pas contre l'esprit des échevins, qui, pris individuellement, du moins à Paris, sont pour l'esprit comme pour la distinction à la tête de la cité, comme ils le sont municipalement.

Il y a plus d'importance qu'on ne croit à ne pas laisser corrompre une langue scientifique. Le grand Cuvier (de l'Académie française!) n'a-t-il pas *dépoétisé* toute la création antédiluvienne par ses mégathérium, ses anoplothérium, ses ptérodactyles, ses mastodontes, de manière à rendre à peu près illisibles les annales merveilleuses de la vie dans les âges géologiques qui ont précédé le nôtre. La botanique en est à peu près là aussi, et quand les écrivains veulent peindre une nature tropicale, Dieu sait quels noms ils rencontrent. Comment décrire un bosquet tapissé de *Boussingaultia basselloïdes?* Dans nos admirables expositions d'horticulture, pourquoi tant de noms pédantesques, moitié latins et moitié modernes, pour défigurer les plus belles productions de la nature? Conservons au moins le ciel à l'euphonie, si la barbarie envahit toute la terre.

Voici donc quatre nouvelles planètes découvertes en 1853, six en 1854 et quatre dans les onze premiers mois de 1855. C'est un honorable résultat. Comme les plus brillantes ont sans doute été vues les premières, on comprend que l'ordre des chiffres qui indique le rang de la découverte est aussi approximativement celui de l'éclat de ces petits astres. C'est un des avantages de la notation de M. Gould.

Ces dernières années ont fourni leur contingent habituel de comètes, savoir trois ou quatre par année; mais la grande comète de 1260 et de 1556, qui devait reparaître en 1848 et qui a été ajournée à 1858 avec deux ans en plus ou en moins, pourra peut-être nous revenir dès 1856. Ce sera une belle conquête pour l'astronomie solaire qu'un astre dont la révolution est de trois cents ans, et qui, après avoir visité la terre sous le règne de Charles-Quint et de Henri II, nous revient sous le règne de Napoléon III et de Victoria, pour reparaître encore dans trois siècles. Quelle belle exposition universelle cette comète verra l'an 2158 à son retour subséquent!

Ce sont encore les comètes qui vont nous fournir du nouveau et même du nouveau fort extraordinaire : *la comète de Vico qui devait reparaître en août dernier est perdue!* Un astre perdu! et comment? D'abord la chose est-elle possible? Qui a pu faire disparaître cette comète? Qu'est-elle devenue? N'a-t-on point déjà quelques exemples antérieurs d'une pareille catastrophe? Les astres ne meurent point comme les hommes, a dit Pline, et dans le ciel, où nul obstacle ne vient s'opposer à la marche des astres, quelle incroyable fatalité peut en faire disparaître un, dont la révolution est fixée, le retour prévu et les perturbations calculées en détail? C'est pourtant ce qui vient d'arriver cette année. Cette comète tant cherchée en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie et sous le ciel exceptionnel de Rome, enfin en Russie, avec de très-puissants instruments, cette comète, qui devait être très-brillante cette année, a été invisible. Les atomes en ont sans doute

été disséminés dans l'espace céleste. Tout le monde s'accorde à la regarder comme perdue, irrévocablement perdue. Voici l'historique de ce curieux événement :

En adoptant le principe qu'une comète n'est définitivement acquise au domaine du soleil que quand elle a été observée pendant deux retours dans la proximité de cet astre, quatre comètes seulement peuvent être comptées comme appartenant au système solaire, ce sont celles qui portent les noms de Halley, de Biéla, de Encke et de Faye. La première, qui nous revient tous les soixante-dix-sept ans, et qui depuis l'an 11 avant notre ère jusqu'en 1835 a reparu vingt-quatre fois, a mêlé son histoire à celle de l'humanité. L'an 1066, elle favorisait la conquête de l'Angleterre par Guillaume de Normandie.

Normanni invadunt stellâ monstrante cometâ.

En 1456, elle effrayait également les Turcs et les chrétiens, et faisait instituer notre *Angelus* de midi. Enfin, en 1759 et en 1835, elle confirmait les lois de l'attraction newtonienne. Celle de Biéla est remarquable par cette circonstance qu'elle s'est dernièrement partagée en deux morceaux qui vont se séparant de plus en plus à chaque retour au soleil, et finiront sans doute par faire deux comètes distinctes. Les deux autres comètes n'offrent rien d'extraordinaire que le peu de durée de leur révolution, laquelle durée est d'un peu plus de trois ans pour la comète de Encke, et d'environ sept ans et demi pour la comète de Faye. Celle de Biéla fait le tour du soleil en six ans et demi.

En ouvrant les livres de compilation astronomique, et notamment le *Cosmos* de M. de Humboldt et les

Outlines of astronomy de sir John Herschel, on trouvera d'autres comètes indiquées comme périodiques, mais sans qu'une réapparition observée soit venue donner la sanction de l'expérience aux présomptions du calcul. Tel est le cas de la comète de Vico. Cet astronome, de la société de Jésus, qui observait à Rome et qu'une mort prématurée a enlevé à ses travaux, trouva, en 1844, une comète télescopique qui ensuite fut visible à l'œil nu, et que, bientôt après sa découverte, M. Faye, en France, reconnut comme périodique et devant reparaître au bout de cinq ans et demi. Ce devait être dans le printemps de 1850, mais la comète était alors indiquée comme si faible, qu'il n'y avait aucune chance de l'apercevoir, car elle était moins favorablement située qu'elle ne l'était quand, dans la précédente révolution, on avait cessé de l'apercevoir avec les plus forts télescopes d'Europe et d'Amérique. Mais pour 1855, son retour calculé par M. Brünnow devait la ramener sous le soleil le 6 août, et même la rendre visible à l'œil nu. Or les astronomes, guidés par les éphémérides calculées à l'avance, n'ont pu ni l'observer ni même l'apercevoir. C'est donc un fait bien établi que la comète de Vico est perdue sans retour. Lorsque la mort vint terminer la carrière de cet actif observateur, tout le monde le plaignait de n'avoir pas vécu assez longtemps pour revoir la comète qui portait son nom. S'il eût vécu, c'eût été pour avoir une déception, car son astre a complétement disparu du ciel. Voici la raison que l'on peut donner de ce fait si extraordinaire.

Au moment où une comète descend vers le soleil pour en raser presque la surface, la matière légère qui

compose cet astre se tire en longueur, en vertu de l'action du soleil, qui ne plie pas également toutes les parties dont se compose la comète, et comme cette masse très-légère n'a pas beaucoup de force pour retenir énergiquement ses diverses parties, il en résulte qu'elles cèdent inégalement à l'influence du soleil qui les dilate en queues, en chevelures et en appendices souvent multiples. Comme ces queues se forment aux dépens de la substance même de l'astre, il est évident que si subséquemment son attraction n'est pas assez forte pour réunir de nouveau ses particules éparpillées, la comète perdra une partie de sa masse, qui restera disséminée en poussière dans l'espace céleste. Si par l'action du soleil la comète a été fort étirée en longueur, il pourra se faire que toute sa masse, ainsi disséminée, ne puisse se réunir en un seul globe, et que la concentration des particules matérielles se fasse autour de deux ou plusieurs centres d'attraction différents. La comète se partagera ainsi très-naturellement en deux, en trois, en quatre, comme cela a probablement eu lieu pour la comète de Biéla. Cet accident doit arriver plus fréquemment aux comètes à courte période, qui n'ont pas le temps de rappeler à elles leurs éléments écartés par l'action du soleil, tandis que pour la comète de Halley par exemple, laquelle met en moyenne soixante-dix-sept ans pour faire sa révolution entière, ces éléments épars ont le temps de graviter les uns vers les autres. Il est encore évident qu'une très-petite comète, dont l'attraction est peu puissante, sera bien plus sujette à périr par dissémination qu'une masse plus considérable qui aurait la force de retenir ou de rappeler les parties qui s'en

seraient éloignées. Comme dans cette question tout dépend de la force séparatrice que le soleil exerce sur la nébulosité légère qui forme la comète, il est bon d'insister un peu sur ce mode d'action. Tous les auteurs qui ont dit ou soupçonné que les comètes pouvaient graduellement perdre de leur substance en fournissant de la matière aux appendices qui en émanent, quand elles approchent du soleil, n'ont pas précisé comment le soleil pouvait, pour ainsi dire, tirer en longueur un amas arrondi de nébulosité qui passe dans son voisinage. Voici comment la chose se fait.

Tout le monde se figure aisément que si une comète rase de près le soleil, elle sera plus attirée et prendra un mouvement plus rapide que si elle eût été plus loin du soleil. Si, de même dans l'ensemble des particules qui composent une comète, on considère celles qui sont le plus près du soleil, elles prendront une vitesse plus grande et devanceront celles qui en sont le plus éloignées. Il en résultera un allongement de la masse cométaire dans le sens de son mouvement, et si ensuite dans le reste de sa révolution la comète n'a pas le temps ou la force nécessaire pour réunir ses éléments dispersés, ceux-ci, suivant chacun une route séparée, se disséminéront pour toujours dans la région du ciel que parcourait auparavant la comète entière. C'est sans doute au moment de sa seconde arrivée près du soleil, en 1850, que la comète perdue a été disséminée par l'action inégale du soleil sur ses diverses parties, sur quoi on remarquera que la comète, après son passage près du soleil en 1844, formait une masse irrégulière et allongée, et que si cette forme a subsisté jusqu'à son retour, et

qu'elle ait, en vertu d'une rotation sur elle-même, présenté une de ses pointes au soleil, alors il y a eu une très-grande différence entre l'action du soleil sur cette extrémité voisine, comparée à l'action de l'astre sur l'autre extrémité bien plus éloignée, et par suite une grande différence entre les routes suivies par les diverses particules du corps de la comète, ce qui revient à une complète dissémination.

Tout ce que je viens de dire paraîtra plus vraisemblable encore, si l'on se rappelle ce que j'ai répété plusieurs fois dans ces *Études* de l'extrême ténuité de la nébulosité qui forme la substance de la comète, ténuité qui surpasse tout ce que l'imagination peut se figurer, et qui a porté sir John Herschel à évaluer la masse entière d'une comète à quelques kilogrammes, peut-être *même à quelques décagrammes!* Et cela très-sérieusement.

Dans les révolutions des astres autour d'un centre attirant, toute particule repasse toujours constamment par le même point à chaque révolution. Si toutes les parties disséminées d'une comète faisaient le tour du soleil dans le même temps, elles se retrouveraient ensemble dans le voisinage de l'astre central. Malheureusement les parties les plus éloignées du soleil mettent bien plus de temps à accomplir leur révolution que les parties les plus voisines. Elles ne reviendront donc pas ensemble au point le plus voisin du soleil, et leur dissémination se maintiendra. Il y a cependant une curieuse remarque à faire. Si, au bout d'un grand nombre de révolutions, il arrivait que la majeure partie des particules cométaires se retrouvât ensemble près du soleil, parce que celles qui vont le plus vite auraient

fait quelques révolutions de plus que les plus lentes, cette circonstance *pourrait* recomposer en partie le noyau cométaire et lui redonner une forme arrondie. Comme une circonstance si exceptionnelle est en elle-même peu probable à cause des diverses distances au soleil de chaque particule disséminée, on doit penser que la comète une fois perdue par dissémination l'est sans aucun doute pour toujours, et qu'elle sera invisible à tout jamais.

Quant aux autres cas de disparition des comètes, il y a eu la comète de 1770, calculée par Lexell, dont elle porte le nom, et que les Anglais appellent quelquefois la comète perdue (*the lost comet*); mais si cette comète a disparu, elle avait de bonnes raisons pour cela : elle avait passé dans le voisinage de la puissante planète Jupiter, qui, faussant son orbite, l'avait lancée sans retour dans les profondeurs du ciel. Je trouve bien encore dans les archives de l'astronomie cométaire quatre ou cinq comètes qui n'ont point été retrouvées, mais pour lesquelles on peut admettre qu'elles avaient été mal observées, et par suite imparfaitement calculées. De plus, ces comètes étaient de celles dont la lumière est excessivement faible. Je ne m'arrêterai point à ces détails, et je dirai que la comète de Vico est la seule qui, sans cause aucune, a fait pour ainsi dire naufrage dans le port, et dont on ne peut guère rendre raison autrement que par la dissémination dont j'ai développé l'origine. Au reste, si le nom de Vico doit tirer quelque honneur de la comète à laquelle on l'a imposé, l'attention des hommes sera bien mieux appelée sur ce nom par le fait de sa singulière disparition, qu'elle ne l'eût

été par cent révolutions non accompagnées de circonstances si extraordinaires. La renommée de Vico n'y aura rien perdu, pas plus que celle de Lexell n'a perdu au non-retour de sa comète, qui a littéralement *brillé par son absence* au profit de l'astronome calculateur.

Je ne finirai pas cet article sur les comètes sans recommander à mes lecteurs un livre entier très-curieux sur les comètes, qui se trouve dans l'*Astronomie populaire* d'Arago, nouvellement publiée. Quoique rien de ce que contient cette étude ne se trouve traité dans celle d'Arago, le grand nombre de questions importantes qui y sont abordées en fait un ouvrage d'un grand mérite, et qu'Arago lui seul pouvait composer. Seulement on y remarquera que l'auteur revient aux préjugés de l'école qu'il avait adoptés dans son enfance. Il fait les comètes beaucoup trop massives, et il examine sérieusement la catastrophe résultant du passage d'une comète qui entraînerait la terre à sa suite et lui donnerait les saisons d'une comète. A voir le grand changement que 12 ou 15 degrés du thermomètre centigrade occasionnent dans la nature entière, il faut être bien optimiste pour croire qu'alors il pourrait échapper quelques êtres vivants à une si rude épreuve. Je dis qu'Arago est revenu à ces idées, car il a même autrefois professé l'extrême ténuité des gaz qui forment la nébulosité des comètes, et à cette occasion, après avoir cité le vide presque parfait que produisent nos machines pneumatiques à double épuisement, il ajoutait que la substance de la comète était bien des milliers de fois moins compacte que ce vide presque absolu. Quand on verra une comète entraîner la terre sur ses pas, il y aura long-

temps que l'on aura vu les moucherons enlever les éléphants et les hippopotames dans les airs.

A considérer les encouragements à offrir aujourd'hui à l'astronomie, il me semble que le principal et le plus efficace serait d'augmenter la publicité donnée à des travaux par eux-mêmes peu populaires, et auxquels le public ne s'intéresse que par les résultats obtenus, quand ceux-ci sont brillants. Voltaire a dit :

> On en vaut mieux quand on est regardé,
> L'œil du public est aiguillon de gloire.

On conçoit aisément que, puisque les mérites scientifiques supérieurs ont à peine le privilége d'attirer l'attention de la société, les talents secondaires ne peuvent percer l'obscurité qui pèse sur ces travaux hérissés de chiffres, employant un langage spécial et exécutés au moyen d'instruments dont l'usage et les noms sont inconnus à tous. Si l'on parle d'un piano, d'une basse, d'un chevalet, d'un pinceau, d'un burin, le mot fait image; mais si on nomme un cercle mural, une lunette méridienne, un collimateur, une machine parallactique, un théodolite, que de mots ne faut-il pas ajouter pour en faire comprendre la signification ! Boileau mentionne

> ... La métaphore et la métonymie,
> Grands mots que Pradon croit des termes de chimie!

Les termes d'astronomie sont encore bien plus inconnus du public. Quant aux formules, c'est encore pis. La trigonométrie, hérissée de ses sinus et cosinus, de ses tangentes et de ses logarithmes, se dresse comme un cerbère et crie avec l'école de Platon : Loin d'ici

ceux qui ne sont pas géomètres! Αγεωμετρητος ἱκας ἐστω! Et pourtant avec un peu d'attention de la part de l'interrogateur, avec un peu de précaution de la part du narrateur, on peut exposer et faire comprendre tout ce qui doit, dans cette noble science, intéresser la société éclairée. Ces notions ne sont pas plus difficiles à acquérir que celles de la géographie et de la sphère, qui sont familières à tant de personnes. Quant à ce qui serait réellement au-dessus de la portée ordinaire de l'intelligence et qui ne serait pas susceptible d'être compris sans formules et sans algèbre, il faut en faire le sacrifice et surtout se bien garder d'assimilations inexactes qui fausseraient le jugement de l'auditeur. Surtout il faut éviter le style d'oracle qui cache bien souvent l'ignorance et toujours l'impuissance de trouver des idées claires et nettes. Aussi des esprits du premier ordre, comme Laplace dans son *Exposition du Système du Monde*, ont préféré s'en tenir à un très-petit nombre de lecteurs plutôt que de faire le travail ingrat et pénible de rendre la science intelligible à tous. Je ne pourrai jamais peindre le désappointement de plusieurs littérateurs distingués qui, sur la foi du grand nom de Laplace et de son titre de membre de l'Académie française, s'étaient aventurés à ouvrir le *Système du Monde*. Ce livre aurait été, si possible, écrit en hébreu avec des caractères chinois, que leur étonnement n'aurait pas été plus grand. Il leur semblait une véritable offense à leur amour-propre d'écrivains et de lecteurs. En revenant à notre thèse, c'est donc un exposé de tous les travaux astronomiques de l'année qui serait un véritable et efficace encouragement à la science, surtout s'il

était écrit en style intelligible à tous. Les petites notices annuelles que publiait Lalande faisaient beaucoup de bien à l'astronomie, et de plus il y a conservé la mémoire de beaucoup de faits biographiques que l'on chercherait inutilement ailleurs.

Mais tandis que les observatoires de l'ancien monde poursuivent leur carrière, en thésaurisant chaque année le tribut du temps et du travail intelligent, voici la jeune Amérique qui prend son rang dans l'astronomie et dans les sciences. Je ne parle pas de la race espagnole et portugaise, qui nous offre des peuples nouveaux déjà vieux par leur impuissance politique et scientifique. Je parle de la race anglo-saxonne, qui, sous les auspices de M. Bache, l'arrière-petit-fils de Franklin, du professeur Henry, de M. Gould, astronome actif et dévoué, et des savants de Washington, de Boston et de Philadelphie, rivalise déjà avec les travaux européens. M. Ferguson, de Washington, nous a donné une des petites planètes. M. Bache exécute le gigantesque travail hydrographique et géographique du relevé des côtes immenses des États-Unis. Les cartes du lieutenant Maury, couronnées à l'Exposition de l'industrie, sont connues du monde entier. Il en est de même de l'admirable méthode d'enregistrer le temps sans avoir la pénible préoccupation d'écouter les battements d'une horloge. Cette méthode, essentiellement américaine, compte aujourd'hui M. Gould entre ses plus habiles metteurs en œuvre. C'est lui qui est chargé des longitudes télégraphiques dans le *coast-survey* de M. Bache. Je ne parle pas de l'immense lunette astronomique de Cambridge, près de Boston, et des travaux de MM. Bond.

Le trait caractéristique des établissements astronomiques des villes du nouveau monde me paraît être cette intelligence patriotique qui fait que des citoyens, des corporations municipales font de grands frais pour des études dont ils comprennent la dignité sans y être initiés eux-mêmes et seulement en vue du bien public et de l'honneur de la nation. Ce qui se fait en Angleterre par le zèle éclairé des possesseurs de grandes fortunes aristocratiques ou commerciales se fait aux États-Unis par la vigueur d'une société qui sent que tout ce qui est grand et beau doit exister de l'autre côté de l'Atlantique comme en Europe, et se produire sur une échelle qui n'admette aucune infériorité. C'est ce qu'a déjà reconnu l'illustre astronome Airy, rendant pleine justice aux travaux récents des savants américains. Voyons comment cette tendance se traduit en effets et se réalise en pratique.

Il y a quelques années, M. Mitchell, de Cincinnati sur l'Ohio, entreprend de fonder un observatoire municipal. Il trouve le terrain, les matériaux et même la main-d'œuvre fournis gratuitement. Il vient en Europe, et au moyen des souscriptions de ses concitoyens, il achète des instruments de prix et devient directeur d'un observatoire important. Une publication curieuse qui émanait de cet établissement a été discontinuée.

Mais rien n'est comparable à l'entreprise actuelle de M. Gould, ce jeune astronome que nous avons déjà nommé, et qui, depuis plusieurs années, soutient à force de dévouement un excellent journal astronomique imprimé à Cambridge, qui ne fait qu'un avec Boston, l'Athènes scientifique et littéraire des État-Unis. Cette

fois nous sommes dans le puissant État de New-York, dont la capitale légale est Albany, sur l'Hudson, vers le centre du pays, tandis que d'une extrémité il s'appuie sur les deux lacs entre lesquels se fait la chute du Niagara dont il possède une rive, et que de l'autre il touche l'Atlantique, c'est-à-dire le monde entier, par une ville de 1,250,000 âmes, qui égalera Londres avant la fin de ce siècle, au moment où les États-Unis compteront 100,000,000 de citoyens. Quelle perspective!

C'est au chef-lieu du New-York, à Albany, au milieu des États du Nord, qu'il s'agit d'ériger un observatoire digne du New-York et de l'Amérique elle-même. M. Gould, fort de la science pratique qu'il a recueillie dans les observatoires de l'Europe et auprès des plus célèbres astronomes, se charge de venir encore une fois en Europe pour obtenir à grands frais les instruments des meilleurs constructeurs, et son expérience lui suggère de nouveaux perfectionnements qui doivent augmenter encore la précision déjà très-grande de ces chefs-d'œuvre du génie mathématique. Non-seulement M. Gould accepte cette mission, mais il la conduit à bonne fin, et au mois d'août prochain, l'inauguration du nouvel observatoire doit avoir lieu avec une partie des principaux instruments. Ce seront des observations de choix sur des astres désignés par les besoins de l'astronomie, de la géographie et de la navigation. On verra dans cet observatoire, pour la première fois, une horloge soustraite aux variations brusques de la température et aux variations de pression de l'air. Partout des chronographes qui enregistreront le temps par une touche mue par la main, sans le secours de l'oreille, et un magni-

fique héliomètre, qui sera le troisième de cet ordre de grandeur, mais encore supérieur à ceux d'Oxford et de Kœnigsberg. Les autres instruments seront de la même perfection, et la grandeur des lunettes permettra d'observer les petites planètes qui sont à peine suivies aujourd'hui, où la plupart des instruments méridiens des observatoires anciens sont optiquement trop faibles pour atteindre ces petits astres. Au moyen de l'héliomètre, les étoiles doubles seront observées et les mesures micrométriques seront prises avec la dernière rigueur. Les petites étoiles utiles aux longitudes et aux latitudes seront déterminées de position. Enfin on n'admettra rien de médiocre dans les travaux de l'observatoire d'Albany.

L'observatoire d'Albany doit sa naissance et sa création aux efforts patriotiques de deux citoyens de cette ville, le docteur Armsby et M. Olcott. Ce ne sont pas des astronomes, chose singulière, mais seulement des amis de la gloire de leur pays! L'observatoire est présentement sous le contrôle d'un comité d'agents directeurs, genre de direction en usage en Angleterre, où par exemple l'observatoire Radcliffe d'Oxford est sous le contrôle d'un comité d'exécuteurs testamentaires du fondateur Radcliffe. A ce comité ou bureau (*board*), quatre savants illustres, MM. Bache, Peirce, Henry et Gould, ont été adjoints. C'est M. Gould qui a été chargé de venir en Europe pour se procurer au plus vite les instruments nécessaires. Il est à regretter que le manque de temps ne lui ait pas permis d'attendre quelque chef-d'œuvre de notre admirable artiste M. Brunner; mais en France nos constructeurs semblent ignorer le prix du temps, et il est impossible de les astreindre à quelque

exactitude dans la livraison des commandes qu'ils ont acceptées. Ils semblent vouloir profiter du bénéfice de l'adage latin : *sat citò, si sat benè;* c'est assez tôt, si c'est assez bien. Malheureusement ce n'est point avec ces principes que l'on fonde ou que l'on soutient de grands établissements tels que ceux d'Allemagne, qui, par leur ponctualité, vont au-devant des travaux que les nôtres refusent ainsi tacitement. Quels délais Gambey n'a-t-il pas apportés dans la remise de son grand cercle ! Par ses travaux antérieurs et prolongés dans les observatoires de Paris, de Greenwich, de Berlin, de Gœttingue, d'Altona, de Gotha et de Pulkova, M. Gould est l'astronome le plus instruit de tout ce qu'il y a à faire et à éviter dans la science difficile à laquelle il est initié comme mathématicien et comme observateur.

L'horloge avec toutes ses dépendances est donnée par M. Erastus Corning, président de la direction du chemin de fer central de l'État de New-York. D'autres contributions particulières ont fourni le terrain, les matériaux pour l'édifice et jusqu'au gazomètre, qui doit servir à l'éclairage de l'observatoire. Je n'ai point sous ma plume le nom du citoyen généreux qui a donné le terrain convenable sur une hauteur qui domine de quelques cents mètres les eaux de l'Hudson, la grande artère du New-York. L'étendue de ce terrain est telle, que quand Albany, qui a aujourd'hui, je pense, environ 50,000 âmes, viendra, par son infaillible développement, à entourer le site de l'observatoire, celui-ci ne sera nullement incommodé de ce voisinage. Voilà pour l'avenir comme pour le présent.

Mais de toutes les contributions à l'honneur scienti-

fique de la capitale du New-York, il n'en est point de plus libérale et de plus patriotique que celle d'une honorable citoyenne d'Albany, Mme veuve Dudley, qui a concouru pour une part considérable aux frais d'érection de l'édifice comme à l'achat des instruments, et notamment de l'héliomètre. Aussi la reconnaissance des fondateurs de l'observatoire s'est-elle manifestée par le choix du nom qu'on a donné à ce bel établissement. On l'a nommé *Observatoire Dudley*. L'antiquité a beaucoup célébré la piété conjugale de la reine Artémise, qui bâtit à son époux Mausole un tombeau compté parmi les merveilles du monde, et qui donna son nom à tous les monuments grandioses ayant la même destination. Au lieu de consacrer à la mémoire de son mari un édifice improductif et lugubre, Mme Dudley a beaucoup plus sagement attaché son nom à une fondation noble qui unira à jamais ce nom à un édifice élevé pour l'honneur de sa patrie et l'utilité de ses concitoyens.

Grand exemple pour notre France!

(Décembre 1855.)

LES

SAISONS SUR LA TERRE

ET

DANS LES AUTRES PLANÈTES.

LES

SAISONS SUR LA TERRE

ET

DANS LES AUTRES PLANÈTES.

C'est une opinion maintenant généralement admise que notre siècle est éminemment positif et utilitaire, que les intérêts matériels de la grande société humaine des deux côtés de l'océan Atlantique préoccupent exclusivement le génie de l'homme, et que le mérite de chaque découverte doit être évalué en francs, en dollars ou en livres sterling. L'Orient lui-même, engourdi et dépeuplé par une fainéantise de plusieurs siècles, semble sortir de sa torpeur apathique et vouloir donner un démenti à cette conclusion de l'histoire, que la civilisation marche toujours vers l'Occident sans jamais rétrograder. La vapeur, les chemins de fer, l'électricité, les manufactures envahissent l'Asie par ses frontières du nord, de l'ouest et du midi, par la Russie, par l'Égypte, l'Inde anglaise, et bientôt sans doute ils l'envahiront par la Turquie et par la Chine. Le monde de 1956, ou, pour parler plus modestement, la terre de 1956 ne

ressemblera guère à celle de 1856, pas plus que l'Europe d'aujourd'hui ne ressemble à l'Europe du milieu du siècle dernier. Cependant les penseurs, philosophes, théologiens et métaphysiciens, n'en ont pas moins poursuivi le cours de leurs spéculations intellectuelles, et, chose étonnante, dans nos vieilles sociétés européennes comme dans les États nés d'hier en Amérique, ils ont trouvé des oreilles attentives, avantage rare dans ce siècle préoccupé de tant d'intérêts divers. Il est donc bien certain, suivant une parole célèbre, que *l'homme ne vit pas seulement de pain*. Plusieurs opinions relatives à l'habitation future de l'homme dans d'autres séjours que celui de notre planète ont eu du retentissement dans le monde des idées. Ayant eu moi-même, en une circonstance récente, à improviser une conférence sur les saisons des diverses planètes de notre monde solaire, je fus étonné de voir que plusieurs de mes auditeurs semblaient trouver quelque attrait à des recherches sur ces planètes où les hommes pouvaient être transplantés un jour après leur vie terrestre. Les écrits de MM. Whewhell, David Brewster et Jean Reynaud étaient évidemment pour beaucoup dans la curiosité de ceux qui adoptaient avec faveur le sujet de cette conférence astronomique.

Mais, indépendamment de toute influence préexistante, rien n'est plus utile que de porter un regard d'ensemble sur les opérations de la nature, de s'élever au-dessus des idées étroites de ceux qui n'ont point perdu de vue leur clocher natal, pour étendre ses regards sur le pays et même sur la partie du monde qu'on habite. L'Europe, fière de sa population de 250,000,000 d'hommes, avec

sa puissance guerrière et intellectuelle, occupe la zone tempérée, et par les deux caps extrêmes de l'Espagne et de la Grèce, n'atteint même pas le 36e parallèle, laissant encore toute l'Afrique septentrionale et toute l'Égyte entre elle et la zone torride. Aussi, d'après la tendance naturelle qui nous porte à donner une importance exclusive à ce qui nous entoure, il nous semble toujours bizarre d'entendre parler des chaleurs intolérables de décembre et de janvier qu'éprouvent les habitants de l'autre hémisphère, au cap de Bonne-Espérance, dans l'Australie ou dans le Chili. Les froids de juillet et d'août dans les mêmes contrées ne nous paraissent pas moins étranges. Cependant, puisque les saisons sur la terre offrent déjà bien des circonstances extraordinaires, combien n'en trouverons-nous point, non pas en allant de notre pôle européen, asiatique et américain, au pôle opposé, mais bien en allant de la région ardente où la planète Mercure se meut sous les feux d'un soleil sept fois plus chaud qu'il ne l'est pour la terre, jusqu'aux confins du système solaire où Neptune occupe provisoirement la dernière place, recevant des rayons neuf cents fois plus froids que ceux qui sur notre globe et pour notre Europe font ces grandes divisions de l'année, le printemps, l'été, l'automne et l'hiver, dont les productions sont si capitales pour l'homme de nos climats, tandis que rien de semblable n'existe dans les latitudes intertropicales!

Toutes les planètes qui, comme la terre, suivent leur marche circulaire autour du soleil, peuvent être divisées en deux catégories, l'une formée par quatre planètes de moyenne grosseur et voisines du soleil, savoir : Mer-

cure, Vénus, la terre ou Cybèle, et Mars. Plus loin du soleil, les quatre grosses planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, occupent un espace dont les limites sont trente fois plus éloignées du soleil que la terre. Entre Mars et Jupiter est un espace immense qui n'est occupé que par de minimes planètes dont j'ai donné la liste et les noms dans un article précédent. Au 1er janvier de cette année 1856, il y en avait trente-sept observées, et ce nombre d'ici à quelques années sera encore grandement augmenté. Kepler, le chercheur des lois du monde, s'était déjà étonné, il y a deux siècles, qu'entre Mars et Jupiter *il y eût une place vide.* Depuis le 1er janvier 1801, les astronomes modernes ont peuplé cette place vide de nombreuses petites masses planétaires qui, suivant une expression connue, ne feraient pas même la *monnaie* d'une planète de grosseur moyenne comme Mars ou la terre. Ce partage des planètes en moyennes voisines du soleil, en intermédiaires d'une petitesse extrême, et enfin en grosses planètes occupant la région la plus éloignée de l'astre central, a sans doute une cause physique. Lagrange a entrevu et M. Le Verrier a suivi encore plus loin ce résultat des lois du mouvement, savoir que dans la région qu'occupent ces nombreuses petites planètes, la condition des masses destinées à devenir ultérieurement des planètes était celle d'un mouvement instable, ce qui devait ou les soulever vers la région supérieure où prédomine Jupiter, ou bien les précipiter avec le reste de la matière chaotique vers le soleil. Suivant une expression parfaitement juste de M. Le Verrier, ce ne sont pas les petites planètes qui doivent nous sembler quelque chose d'éton-

nant ; ce sont les grosses qui ont aggloméré, on ne sait comment, toute la matière qui était au-dessus et au-dessous d'elles.

Il y a donc lieu de chercher quelles sont les saisons de quarante-cinq planètes, dont quatre grosses, quatre moyennes, et trente-sept d'une dimension minime.

Les quatre moyennes ne sont pas, à beaucoup près, d'égale grosseur. La terre et Vénus sont presque pareilles en tout, sauf l'avantage d'une lune que possède notre Cybèle. Mercure et Mars sont beaucoup plus petits ; Mercure n'est en volume que le seizième, et Mars le septième de la terre et de Vénus. D'autre part, Jupiter est quatorze cents fois plus gros que la terre, Saturne sept ou huit cents fois, Uranus quatre-vingts fois, et enfin Neptune cent fois. Avec de telles disproportions de dimensions et de distances à l'astre échauffant, on doit s'attendre à de grandes variétés de saisons, puisque avec le même soleil toute l'année l'Europe a l'hiver et l'été, qui ne se ressemblent guère. Que sera-ce si l'on compare entre eux Neptune et Mercure, celui-ci ayant un soleil six mille fois plus chaud que Neptune?

Pour étudier les saisons des planètes du monde solaire, nous les partagerons en trois classes, celles qui, comme Saturne et Mars, ont des saisons analogues à celles de la terre, celles qui, comme Uranus, Mercure et Vénus, ont des saisons et des climats excessifs. Enfin nous mettrons à part l'immense Jupiter, qui, avec son printemps perpétuel, n'a pour ainsi dire point de saisons. Ses divers climats sont invariables pendant tout le cours de son année, qui est en durée douze fois plus longue que la nôtre.

En appliquant d'abord à notre globe, pour être plus

intelligible, les questions que nous allons faire à l'astronomie sur les autres planètes, figurons-nous la terre accomplissant en un an sa course autour du soleil, et revenant à la même position après avoir présenté successivement ses deux pôles aux rayons de l'astre de la lumière et de la chaleur. Si nous partons du printemps, nous avons d'abord dans nos régions tempérées des jours et des nuits de douze heures, puis le jour gagne en durée et la nuit se raccourcit; puis, à Paris du moins, les jours sont de seize heures, et la nuit de huit seulement. Pendant cette saison, qui est le printemps, les neiges qui ont recouvert une grande partie des continents septentrionaux disparaissent pour faire place à une active végétation; les arbres se couvrent de verdure, et les plantes que l'hiver a fait périr renaissent de leurs graines pour rivaliser de feuillage avec les végétaux permanents; les fleurs, les graines, les rejetons, assurent la reproduction des espèces, et les espèces sociales, tant les plantes que les arbres, envahissent le sol dans les localités non soumises à l'homme par le seul bénéfice de la force d'association. C'est ainsi que nous observons d'immenses forêts de pins, de chênes et de hêtres, et des plaines sans bornes couvertes exclusivement de chardons, de trèfle et de bruyères. Une des plus curieuses conséquences de la marche bien observée des saisons, c'est que les riches moissons qui alimentent en Europe le quart du genre humain sont, quant à leur cause, dues à l'hiver tout autant qu'au printemps, qui développe les céréales, et à l'été, qui les mûrit. En effet, si le blé n'était pas astreint à périr dans l'hiver, si ce n'était pas, suivant l'expression des botanistes, une plante annuelle,

elle ne monterait pas en épis et ne produirait pas les utiles récoltes qui, depuis Cérès et Triptolème, ont assuré l'alimentation des populations nombreuses de l'Europe, et même ont donné naissance à ces populations. Pour se convaincre de cette vérité, il n'y a qu'à descendre plus au midi, dans l'Afrique, dans l'Asie et dans l'Amérique. Dès que l'on arrive dans un climat où l'hiver ne tue point nécessairement les céréales, la plante devient vivace comme l'herbe l'est chez nous; elle se propage de rejetons, reste constamment verte, et ne fait ni épis ni grains. Là, ce sont d'autres végétaux, comme le millet, le maïs, le doura et diverses racines, qui donnent les fécules nutritives. Cet effet du climat est surtout frappant dans les contrées équatoriales qui, comme le Pérou, présentent de grands plateaux dont l'élévation abaisse la température, et où le blé monte en épis et donne des moissons, tandis que cela n'arrive jamais dans les plaines inférieures. L'organisme de la plante, par un inconcevable miracle, semble pressentir la nécessité de passer par l'état de graine pour ne pas périr complétement pendant la saison rigoureuse. J'ai remarqué qu'une cause analogue produit des récoltes de céréales dans une localité intertropicale, dans l'île de la Jamaïque : là toutes les parties de l'île qui ont une *saison sèche*, c'est-à-dire une saison où toutes les plantes meurent de sécheresse, ont du blé; car cette plante, par le même pressentiment organique que nous avons déjà indiqué, se hâte de monter en graine et de fructifier aux approches de la saison qui doit la dessécher. Au reste, c'est une expérience que tous ceux qui ont un jardin peuvent faire pendant l'été, car pour bien de lé-

gumes, si on cesse de les arroser abondamment, on les voit en quelques jours perdre leurs qualités alimentaires pour prendre une tige ligneuse et arriver promptement à la maturation de leurs semences.

A la fin du printemps et au commencement de l'été, le soleil, qui s'est avancé vers le nord, fait pulluler dans notre hémisphère et jusque auprès du pôle toutes les espèces animales, comme il fait naître et se développer les espèces végétales. Quadrupèdes, oiseaux, poissons, amphibies, insectes, mollusques, animaux microscopiques, peuplent les terres et les mers septentrionales, soit par naissance locale, soit par immigration. A voir dans ces régions le nombre et la taille des êtres vivants, on peut douter que pour la vitalité l'équateur puisse rivaliser avec le cercle polaire. Sans compter l'ours, le renard, le lièvre, le bœuf sauvage, quelles myriades d'oiseaux de mer et de rivages! quelle masse vivante que ces bancs migratoires de harengs qui viennent sur nos côtes enrichir nos pêcheries et celles de l'Europe septentrionale!

.... Ubi Scandia dives
Halecas totum mittit piscosa per orbem.

On sait que les Hollandais ont élevé une statue à celui qui le premier trouva l'art de conserver en masse ces utiles poissons, ces *alecas* ou *halecas* dont les Romains n'avaient su tirer qu'un condiment analogue à nos sauces d'anchois, ou plutôt à celles de l'Angleterre.

Je n'ai pas encore fini avec la vitalité du Nord, je n'ai pas nommé les morses et les phoques qui vivent en abondance jusqu'au 80e parallèle sur les plages et les

glaces du Spitzberg, et constituent des amphibies énormes et pleins d'énergie. Enfin c'est encore vers les deux pôles de la terre que les baleines et autres cétacés font leur principale résidence. Lacépède fait la remarque qu'on a vu des baleines de 100 mètres de long, et par suite, si l'on dressait un de ces cétacés contre les tours de Notre-Dame, qui ont plus de 60 mètres, il les dépasserait encore de 30 ou 40 mètres. Il est certains animaux qui croissent toute leur vie. Au reste, l'amiral Smyth, non moins excellent naturaliste qu'astronome distingué, met en doute qu'aucun être vivant dans l'eau meure de sa mort naturelle. Par leur frai, par leurs œufs, par leurs petits, par leurs adultes, par leurs individus en âge de maturité, les poissons semblent faits pour alimenter toutes les classes d'animaux, y compris même la leur. Dans les romans de chevalerie de nos pères, on peut définir un géant un être *fait pour être tué* par un chevalier errant; dans la nature, on peut définir un poisson « un animal destiné à être dévoré par un autre animal. » Souvent sur les bords de l'Océan, sur des points peu fréquentés, j'ai observé avec étonnement à l'approche de la tempête les oiseaux du rivage, agités d'une espèce d'activité fiévreuse, courir çà et là en appelant évidemment l'agitation des flots, non pas, comme le dit Virgile, dans le désir de se baigner,

Et studio incassum videas gestire lavandi,

désir que rien ne les empêche de satisfaire, mais bien dans l'espoir impatient de voir les lames qui accostent le rivage leur jeter une proie assurée. C'est un pronostic de tempête des plus sûrs que cette agitation des

oiseaux de rivage qui se précipitent vers la mer quand les flots vont être soulevés par le vent ou même par la marée ordinaire.

Si nous suivons le soleil dans sa marche rétrograde vers le sud, nous voyons la chaleur de la saison baisser avec la hauteur du soleil à midi, les jours de douze heures reparaître, puis l'automne finissant avec des jours de huit heures et des nuits de seize heures, et enfin l'hiver, dont les jours sont de même grandeur que ceux d'automne, mais qui, succédant à une saison froide, est pour cette raison encore plus froid que l'automne, de même que l'été, dont les jours sont semblables à ceux du printemps, est bien plus chaud que celui-ci, parce qu'il verse ses rayons sur une terre déjà échauffée.

Je ne partage point l'heureuse disposition d'esprit de ceux qui ont le bonheur ou, si l'on veut, la passion de l'admiration dans la nature. S'ils trouvent merveilleux que la subsistance de certains oiseaux ait été assurée aux dépens des poissons, ils devraient blâmer la partialité qui a désigné ceux-ci comme victimes obligées des premiers. A cela on répond qu'autrement les poissons seraient en trop grand nombre. D'accord ; mais, quoi qu'il en soit de ces spéculations métaphysiques, je remarquerai dans la production des saisons et des climats planétaires combien est simple le mécanisme par lequel se produisent ces grands effets. Puisque tout dépend de ce que le soleil éclaire plus ou moins notre hémisphère ou l'hémisphère opposé, il est évident que toute disposition qui rapprochera le soleil successivement de l'un ou de l'autre pôle d'une planète produira ce que nous observons annuellement. Pour vérifier cela,

prenez une boule qui tourne sur deux pointes ou pivots, comme les globes géographiques appelés sphères, et présentez-la à une lampe à une certaine distance. La moitié éclairée aura le jour, et l'autre la nuit. En faisant tourner le globe entre ses pivots, le jour et la nuit se succéderont sur ce globe comme sur la terre, et si on le fait tourner autour de la lampe, le temps qui sera employé à en faire le tour sera analogue à l'année, comme le temps que le globe met à tourner sur lui-même est analogue au jour; mais ce qui fait les saisons, ce sera la position des deux pivots sur lesquels tourne le globe. En effet, tout le monde voit bien que si ces pivots sont à égale distance du corps éclairant et situés l'un au-dessus, l'autre au-dessous et symétriquement, le globe en tournant présentera toujours les mêmes points à la lumière, n'importe dans quelle position il soit à l'entour de la flamme. Il n'en sera plus de même si les deux pivots offrent une ligne inclinée et de biais par rapport au point éclairant et à la route circulaire que suit le globe autour de ce point. En effet, il est évident qu'alors ce sera tantôt l'un, tantôt l'autre des pôles ou pivots qui sera illuminé, tandis que l'opposé sera dans l'ombre, et que par rapport à chaque point du globe le corps lumineux paraîtra s'avancer au-dessus de lui, quand il arrivera à illuminer de plus en plus le pôle placé de son côté, tandis qu'il s'abaissera de plus en plus quand, d'après la position contraire, les rayons du foyer de lumière se porteront vers le pôle opposé. Une pomme, une orange, une bille de billard pincée entre le pouce et le doigt du milieu et promenée circulairement autour d'une lampe posée sur un gué-

ridon ou sur une table ronde, montreront convenablement tous ces effets, pourvu que les doigts qui retiennent le petit globe ne soient pas l'un au-dessus de l'autre et que les points d'appui offrent une ligne inclinée. Dans ces conditions, on verra successivement l'illumination atteindre les deux points ou pôles où portent les doigts. On complétera l'analogie en faisant tourner le petit globe sur lui-même à chaque point de la marche circulaire dont la durée représentera l'année, de même que celle de la rotation du globe sur lui-même et entre les doigts de l'expérimentateur représentera la durée du jour.

Si dans cette expérience on ne plaçait pas le petit globe obliquement, alors il se présenterait toujours de la même manière au centre lumineux : c'est ce qui a lieu pour l'immense planète Jupiter, dont la grosseur égale quatorze cents fois celle de la terre, mais qui, n'étant pas aussi compacte que notre globe, n'est guère que trois cent cinquante fois aussi massive. Ainsi, en supposant des balances d'une dimension suffisante, il ne faudrait que trois cent cinquante masses égales à celle de la terre pour équilibrer Jupiter. Quelles saisons, quels climats cette énorme planète peut-elle avoir ?

D'abord il n'y a point là, à proprement parler, de saisons, puisque le soleil ne varie point d'aspect et ne va point, comme pour la terre, tantôt en s'éloignant vers le pôle opposé à une localité, tantôt en se rapprochant du pôle voisin. Comme la planète cependant, dans son année, qui dure autant que douze de nos années terrestres, ne reste pas strictement à la même distance du soleil, il peut y avoir quelque

variation dans la force de la lumière qu'elle reçoit de cet astre. Ainsi, pour la terre, le soleil est un peu plus près de nous au mois de décembre qu'en juillet, et les rayons solaires, pris à la même hauteur au-dessus de l'horizon dans les deux cas, sont inégalement chauds; ils sont plus forts d'environ un quinzième l'hiver que l'été. Cependant la terre dans son ensemble ne reçoit pas plus de chaleur dans une saison que dans l'autre, car si le soleil est plus chaud pendant l'hiver, par compensation cette saison dure moins que l'été. On peut en dire autant de l'hiver comparé au printemps. Quand il y a pour une saison avantage dans la force échauffante de l'astre plus voisin, il y a compensation exacte par une durée plus grande de l'autre saison qu'on lui compare. Ceci est une déduction mathématique et infaillible. Les auteurs anglais, qui ont tant écrit sur la *théologie naturelle,* ne paraissent pas avoir connu cette belle loi, qui leur aurait servi à plaider ce qu'ils appellent le *dessein dans la nature,* c'est-à-dire l'*intention* ou le *fait exprès.* Si nous joignons à la faiblesse des variations de l'échauffement solaire dans Jupiter cette circonstance, que les rayons de cet astre y sont vingt-sept fois moins chauds qu'ils ne le sont à la distance où nous nous en trouvons sur la terre, on jugera qu'il n'y a guère de variations thermométriques à la surface de cette vaste planète, et comme de plus les jours et les nuits n'y sont que de cinq de nos heures, le refroidissement de la nuit et l'échauffement du jour y sont très-limités. Pour nous autres habitants de la terre, quelle différence entre ce qui se passe chez nous et ce qui a lieu sur cette planète, la reine du système plané-

taire! Combien les grands phénomènes de notre nature terrestre, les saisons, les climats, le soleil, l'année, le jour et la nuit, perdent de leur importance aux yeux de ceux qui voient la nature opérer tout différemment dans une autre planète, laquelle est tant de centaines de fois plus grosse que la terre, avec une année qui dure douze fois plus, un soleil vingt-sept fois moins ardent, un printemps perpétuel, et des jours et des nuits de cinq de nos heures seulement! Il est fâcheux que Voltaire, qui tournait en dérision notre globe parce qu'il se présentait au soleil *de biais et gauchement*, n'ait point considéré les climats de Jupiter, qui présente toujours son équateur au soleil sans aucun biais; je ne sais s'il eût été complétement satisfait. Cependant on aurait pu lui faire remarquer que le ridicule qu'il jette sur notre pauvre planète, qui suivant lui *n'est pas tout à fait les Petites-Maisons de l'univers, mais qui en approche*, est moins fondé qu'il ne semble l'admettre, car cette position gauche qu'il critique est précisément ce qui porte la vie chaque année aux deux pôles opposés. Sans cela, nos blés, qui demandent 2,000 degrés de chaleur accumulée pendant un nombre suffisant de jours, ne pourraient guère mûrir en Europe avec la température du commencement du printemps, c'est-à-dire celle du 21 mars. Quant à la vigne, il n'y faudrait pas penser. L'orge, moins exigeante que le blé et qui ne demande que 1,200 degrés de chaleur, ne croîtrait pas à l'extrême nord de l'Europe, comme elle le fait aujourd'hui pendant les rapides étés de ces tristes contrées. En un mot, il est très-difficile que ce qui est n'ait pas une raison d'être, et quoique la variété de la nature dans

les diverses planètes doive un peu embarrasser les metteurs en œuvre des causes finales universelles, il est dans chaque cas tant d'effets coordonnés à une même cause, et qui en dérivent immédiatement, qu'il est fort difficile de juger ou la convenance ou la non-convenance de ce qui est établi. Au siècle de Voltaire, où les millionnaires se croyaient obligés de se connaître en littérature et ne traitaient pas encore les hommes d'Etat et les hommes de lettres *famillionnairement*, suivant l'heureuse expression de M. Henri Heine, un fermier général demandait à Fréron des conseils sur l'art de juger les œuvres littéraires : « Dites toujours que c'est mauvais, lui répondit le rude critique ; c'est un moyen assuré d'avoir presque toujours raison. » On peut admettre la théorie contraire pour ce qui s'observe dans les opérations de la nature. Admettre que ce qui est a de bonnes raisons d'être, c'est s'appuyer sur une probabilité qui approche bien près de la certitude ; seulement ce qui a été fait dans une planète pour certaines raisons peut avoir été fait différemment dans une autre pour d'autres raisons non moins bonnes dans cet autre monde. *Sempre bene.*

J'ai toujours remarqué que ceux qui m'adressaient des questions sur les mondes planétaires étaient inquiets pour les planètes supérieures et très-éloignées du soleil du peu de chaleur que doivent avoir là les rayons de notre Phébus terrestre. Ce mot grec, qui caractérise le soleil par le mot de brillant, d'éclatant, d'ardent, de lumineux par excellence, paraît un peu exagéré pour une planète comme Jupiter, où il est vingt-cinq fois moins brillant que pour nous. Il l'est, avons-nous dit,

cent fois moins pour Saturne, quatre cents fois moins pour Uranus, et neuf cents fois moins pour Neptune. Quelle délicatesse ne faudrait-il donc point admettre dans les organismes vivants de ces planètes pour y rendre les rayons solaires efficaces? Voici ce que je réponds à cette question, en laissant du reste au questionneur toute liberté de juger lui-même d'après les faits, ou d'examiner toute autre solution qu'il lui plaira d'imaginer.

La sensation du froid et de la chaleur n'est que relative. Dans les environs de Paris et dans l'Europe moyenne, où le thermomètre peut varier entre des extrêmes distants de 50 à 60 degrés centigrades, des variations de 5 à 6 degrés ne nous sont guère sensibles; mais les Européens qui arrivent dans les régions intertropicales, comme au Brésil, aux Antilles, dans l'Inde, s'habituent tellement à cette température constante, qu'en peu d'années les plus petites variations de chaleur leur deviennent insupportables, et qu'il n'y a point pour eux assez de manteaux et de fourrures pour les en préserver. Les habitants de la zone torride semblent, par leurs amples vêtements, avoir pour but de se préserver de toute participation à la température extérieure d'après le proverbe espagnol, que ce qui préserve du froid préserve tout aussi bien de la chaleur. Nos sens ne jugent et ne sont impressionnés que par comparaison et par contraste. La source qui nous paraît froide l'été nous paraît chaude l'hiver. Il en est de même des eaux et des lieux peu accessibles aux variations thermiques des saisons. Les Latins et les Grecs avaient déjà très-bien noté ces effets organiques. Pour ne pas remonter si haut, je citerai une observation de notre savant voyageur fran-

çais M. Antoine d'Abbadie. Étant en Abyssinie, il voulut se plonger dans un bain qui lui parut tellement froid, et lui causa une sensation tellement douloureuse, qu'il ne put y rester. Curieux de voir à quel degré était ce malencontreux bain froid, il y plongea le thermomètre. C'était une température à cuire un Européen non acclimaté sur les bords du Nil supérieur. On sait que le naïf la Fontaine, après une discussion sur le feu de l'enfer, prétendait que les damnés s'y acclimateraient si bien, qu'ils seraient là comme le poisson dans l'eau, et dans les publications récentes des œuvres astronomiques de M. Arago, on trouve que si une comète emportait la terre à une immense distance du soleil, la vie pourrait bien s'y conserver malgré les grandes variations de chaleur qu'éprouverait notre terre. A part l'impossibilité qu'il y a de voir une fourmi entraîner un éléphant ou une baleine, comment croire que nos organismes pourraient supporter de pareilles épreuves? Pour faire succéder la vie au dépeuplement dans les champs qui entourent Paris, il suffit de 10 à 12 petits degrés centigrades; 30 ou 40 degrés suffisent pour tout dessécher dans le midi de la France : comment donc admettre que, sans périr, la nature vivante de notre planète pût supporter de tels extrêmes de chaleur et de froid? Car dans leur plus grand éloignement du soleil, les comètes ne doivent avoir que la température des espaces célestes, c'est-à-dire quelque chose comme 80 ou 100 degrés de froid, tandis que près du soleil certaines comètes, celle de 1843 par exemple, reçoivent des rayons du soleil cinq à six millions de fois plus chauds qu'ils ne le sont quand ils arrivent à notre terre.

Une cause de réchauffement peu mentionnée jusqu'ici dans les livres d'astronomie et de géologie, c'est l'atmosphère même des planètes. Dans le cas de Jupiter, nous ne pouvons douter que cette atmosphère n'existe. Les bandes obscures que nous voyons sur son disque et qui suivent la direction de nos vents alizés sont évidemment des phénomènes d'atmosphère, puisque ces bandes disparaissent quelquefois, et qu'il s'y montre des taches momentanées indiquant des perturbations ou des orages analogues à ceux de notre atmosphère. C'est une curieuse propriété de la lumière que celle qui explique l'influence que peut avoir une atmosphère pour aider les rayons solaires à échauffer une planète, et notre terre comme toute autre.

Cette propriété consiste en ce que les rayons du soleil, après avoir traversé l'air, une vitre ou un corps transparent quelconque, perdent la faculté de retraverser ce même corps transparent pour retourner vers les espaces célestes. C'est par un procédé fondé sur cette loi physique, non expliquée jusqu'ici, que les jardiniers accélèrent au printemps la végétation des plantes délicates en les recouvrant d'une cloche en verre qui admet les rayons solaires, mais ne les laisse ensuite s'échapper qu'avec beaucoup de difficulté. Si le jardinier met deux ou trois cloches l'une sur l'autre, il fait invariablement cuire la plante ainsi recouverte, et même dans les jours sereins de mars et d'avril il est souvent obligé de relever un des bords de la cloche de verre pour que la plante ne souffre pas du soleil de midi. Au moyen d'un appareil composé d'une boîte noircie en dedans et de plusieurs glaces superposées, Saussure a pu

porter de l'eau à l'ébullition, et dans son séjour au cap de Bonne-Espérance dans les jours brûlants de la fin de décembre, sir John Herschel a pu faire cuire un *bœuf à la mode de grandeur très-raisonnable* au moyen de deux boîtes noircies placées l'une dans l'autre et garnies chacune d'une seule vitre, sans aucune autre cause de chaleur que les rayons solaires qui venaient s'engouffrer sans retour possible dans cette espèce de *souricière*. Il y eut de quoi *régaler* toute sa nombreuse famille et les invités à cette cuisine opérée avec un fourneau d'un si nouveau genre. Cette même loi nous explique le froid qui règne sur les hautes montagnes. C'est que là les couches d'air, étant moins compactes et en moindre nombre, n'opposent pas au retour des rayons vers l'espace céleste le même obstacle que l'atmosphère entière quand les rayons sont arrivés dans la plaine. C'est un cas analogue à celui où, au lieu de deux vitres, on n'en met qu'une sur une capacité que l'on veut échauffer par l'absorption des rayons du soleil. Nos vitres de fenêtre produisent le même effet, et même dans les appartements non habités déterminent une grande élévation de température quand elles sont exposées au midi. En visitant l'été les salles des vieux châteaux abandonnés, on peut remarquer que celles qui ont conservé leurs vitres ont quelquefois par un beau soleil une chaleur insupportable.

Il suffit donc d'attribuer à une planète une atmosphère plus ou moins épaisse pour augmenter ou diminuer la chaleur à sa surface. C'est probablement un effet de ce genre qui a eu lieu pour la terre dans les époques qui ont précédé la nôtre, et où tout indique qu'une atmo-

sphère moins légère et moins pure, contenant surtout une grande quantité de gaz acide carbonique, recevait et gardait en plus grande quantité les rayons du soleil. Dans les lieux profonds comme le bassin de la mer Morte, qui est à 400 mètres au-dessous du niveau de l'Océan, on éprouve par l'action des rayons solaires une chaleur formidable. J'avouerai cependant que, malgré toutes les atmosphères du monde et malgré les grands succès de nos sociétés d'acclimatation tant pour les poissons que pour les animaux domestiques, je ne me figure pas facilement une acclimatation des organismes terrestres, non pas seulement dans le cas de la comète d'Arago, mais même dans la planète Neptune avec un soleil qui est neuf cents fois moins chaud que sur la terre.

Après la planète Jupiter et son printemps perpétuel viennent les planètes Saturne et Mars, qui, comme la terre, voient le soleil se balancer dans le ciel d'un pôle à l'autre, donnant les saisons chaudes à l'hémisphère voisin du pôle dont il se rapproche, et les saisons froides à l'hémisphère opposé. Les saisons sont un peu plus marquées dans Saturne que dans Mars d'après l'obliquité de la ligne de ses pôles, et ces mêmes saisons sont un peu plus prononcées dans Mars que sur la terre. Nous ferons pour Saturne la même observation que pour Jupiter : d'abord, le soleil y doit être bien faible, puisqu'il est cent fois moins fort que chez nous, et ensuite, comme la planète tourne sur elle-même en dix heures et demie, les jours et les nuits y ont peu de durée et s'y succèdent très-rapidement. Quant à l'année, elle y est de trente de nos ans. Pour ne plus revenir sur ces longues années, nous dirons tout de suite que pour

Uranus, l'année est d'un peu plus de quatre-vingts ans, et que pour Neptune, elle est d'un siècle et demi. Ainsi un centenaire dans Neptune aurait vécu quinze mille ans!

Je n'ai rien à dire sur les saisons de cette dernière planète, qu'on ne peut observer que difficilement avec les détails convenables, à cause de sa grande distance. La marche de son satellite indiquera approximativement sa rotation et l'inclinaison de la ligne de ses pôles. Je n'ai aucun souvenir que ce sujet ait été traité par quelque observateur. Il est toujours permis de dire avec Socrate: Tout ce que je sais, c'est que je ne sais rien, pourvu qu'aucun autre ne puisse dire qu'il sait quelque chose de plus.

Je prie incidemment le lecteur de vouloir bien me permettre de lui faire remarquer la puissance des symboles mathématiques et combien est vraie cette assertion de Pythagore, que les nombres gouvernent le monde. Un cosmographe s'épuisera à énumérer tout ce que les saisons de la terre ou de Mars offrent de particulier; il montrera les deux régions polaires de ces planètes tour à tour couvertes de neige et tour à tour rendues à la végétation et à la vie. Il dira la longueur des jours pour chaque latitude et la durée de chaque saison avec chaque climatologie. Le mathématicien n'a besoin, pour dire tout cela, que d'un seul nombre. Ainsi, quand à côté du nom de la troisième planète à partir du soleil, la terre, il a inscrit l'angle 23 degrés 27 minutes et demie, tout est dans ce nombre, saisons, climats, longueur des jours, aspects célestes, végétation, vie animale, sans compter les marées et bien d'autres influences

que le génie de l'homme n'a point encore découvertes.

La terre se trouvant placée dans les espaces célestes entre Vénus et Mars, ce sont ces deux planètes voisines qui nous intéressent le plus par leurs analogies ou leurs contrastes avec notre globe. Or, pour les saisons, rien de plus analogue aux saisons de notre Cybèle que les saisons de Mars. C'est en deux ans environ que s'accomplit sa révolution autour du soleil, analogue à notre année. Le jour de Mars est à peu près comme le nôtre, puisqu'il est de 24 heures 37 minutes. Seulement la planète est beaucoup plus petite que la terre, dont elle n'est que le septième ou huitième en masse et en volume. J'ai déjà dit et redit dans ces *Études* que l'on voyait dans l'hiver la neige couvrir le pôle nord de Mars et s'étendre sur les régions polaires, comme on l'observe sur la terre, et que quand le soleil arrive vers chaque pôle, la fusion de la neige laisse un espace gris et sans doute boueux entre la partie où n'arrive pas la neige et celle où les glaces polaires sont permanentes. Ces glaces polaires sont elles-mêmes un obstacle à la mesure exacte des dimensions de la planète, car comme elles forment un point d'un grand éclat et d'une vive blancheur, elles font paraître la planète plus épaisse dans ce sens qu'elle ne l'est réellement, à peu près comme le croissant de la nouvelle lune paraît déborder le disque obscur qui s'observe au moyen du reflet de la terre, lequel porte le nom de lumière cendrée. J'ai moi-même été témoin des mesures que prenait Arago des dimensions de cette planète avec un appareil d'une force insuffisante; mais son coup d'œil d'aigle lui faisait obtenir des déterminations d'une telle concordance, qu'a-

vec des grossissements dix fois plus grands un observateur ordinaire n'eût pas été plus sûr de son résultat. Il faut l'avoir vu à l'œuvre pour comprendre tout ce qu'une organisation si privilégiée pouvait tirer des instruments.

Tout le monde sait que la zone torride s'étend entre les deux points extrêmes qui ont au solstice le soleil précisément au-dessus de leur tête, et où, suivant l'expression de Lucain, les arbres cessent d'avoir une ombre à midi. Il serait plus juste de dire que c'est un bâton qui, à cette époque de l'année et à cette heure du jour, n'a point d'ombre du tout. Sur notre terre, cette zone torride n'occupe pas tout à fait la moitié de la surface du globe, car il faudrait qu'au lieu de s'arrêter à Syène, à la frontière sud de l'Égypte, elle s'avançât jusqu'au Caire ou plutôt jusqu'à la grande pyramide. Je ne sais si on a remarqué avant moi que les Égyptiens avaient placé ce gigantesque monument exactement sur le parallèle qui partage en deux parties l'hémisphère nord, en sorte que du parallèle de la grande pyramide au pôle il y a juste la même superficie que de ce parallèle à l'équateur. C'est une curieuse coïncidence, et qui ne peut être fortuite. Une des importantes conséquences que l'on en déduit, c'est que depuis quarante siècles les latitudes terrestres n'ont point sensiblement changé, car il est évident que les constructeurs de cette pyramide ont voulu la placer juste à 30 degrés de latitude, où elle est encore, partageant en deux parties égales notre hémisphère.

Or c'est à peu près vers la moitié de l'hémisphère de Mars que le soleil arrive au solstice, et si les habitants y ont construit une pareille pyramide, elle doit

avoir le soleil au-dessus d'elle au plus grand jour de ce côté de l'équateur. Dans Mars, la zone torride occupe la moitié de la planète, tandis que sur notre terre elle n'en possède qu'un peu plus des trois huitièmes. Dans chaque hémisphère de Mars, la zone torride occupe 30 degrés de latitude, la zone tempérée 30 degrés, et la zone glaciale 30 autres degrés. La première de ces zones occupant à elle seule autant d'espace superficiel que les deux autres réunies, Mars offre une teinte rougeâtre que l'on a attribuée à la couleur de ses terrains, colorés en rouge par l'oxyde de fer ; d'autres ont voulu y voir une végétation de plantes de cette couleur. Dans ce cas, sa couleur serait variable avec les saisons de la planète, ce qui n'a point encore été observé. Le soleil pour Mars est environ deux fois moins chaud que pour la terre, et, par suite, c'est de toutes les planètes celle dont les influences solaires se rapprochent le plus de la terre; car Vénus, qui a le soleil deux fois plus chaud que la terre, diffère d'une unité entière, dans la chaleur qu'elle reçoit, de la chaleur que reçoit la terre, tandis que Mars n'en diffère que d'une demi-unité.

Uranus, Vénus et Mercure font une catégorie à part pour les saisons. Dans chacune de ces planètes, le soleil s'avance tellement près des pôles, qu'il ne laisse aucune place à une zone tempérée. Mettant de côté Uranus, où les rayons du soleil sont quatre cents fois plus faibles que sur la terre, et Mercure, qui fait sa révolution analogue à notre année en 88 jours avec un soleil sept fois plus brûlant que le nôtre, et des jours de 24 heures 5 minutes, il nous reste à voir ce que la théorie et l'observation donnent pour les saisons et les

climats de cette belle planète, *ingens sidus,* comme dit Pline.

Les diverses mesures de l'inclinaison de l'axe de Vénus ne sont guère susceptibles de précision, mais toutes s'accordent à nous montrer qu'à chaque solstice le soleil de quatre mois en quatre mois passe du voisinage d'un pôle à celui du pôle opposé. On trouve dans l'*Astronomie* de M. Arago que le soleil arrive jusqu'à 15 degrés de chaque pôle de Vénus, tandis que les observations du Père de Viço à Rome, dans une localité unique pour la transparence de l'air, donnent au moins 23 ou 25 degrés pour cette distance. Si l'on compare donc Vénus à notre terre et que l'on mette cette dernière à sa place, on verra que le soleil arrive au moins jusqu'au parallèle qui sur notre terre marque le cercle polaire. Arrivé là, il éclaire et échauffe le pôle de Vénus avec les feux d'un soleil double du nôtre en force, à peu près aussi voisin du pôle que l'est le soleil de notre tête aux plus longs jours de l'été, et de plus qui ne se couche jamais. M. de Humboldt a observé qu'à la Havane, au solstice, le soleil, suspendu sur la tête des habitants pendant plusieurs jours, produit une chaleur supérieure à celle de l'équateur même. Or les circonstances qui accompagnent le solstice dans Vénus sont encore bien plus favorables à l'échauffement de son pôle que ne l'est pour la Havane le soleil tropical de la fin de juillet, puisque pour le pôle de Vénus le soleil ne se couche point.

Il résultera de toutes ces circonstances les saisons et les climats les plus bizarres et les plus excessifs que l'on puisse imaginer. D'abord point de zone tempérée,

puisque le soleil arrivera tout près du pôle à chaque solstice. Il fera pour chacun de ces points une saison des pluies comme on en observe sur la terre, et les glaces et la neige n'auront point le temps de se former au pôle, dont le soleil n'est absent que pendant quatre mois, c'est-à-dire pendant la moitié de l'année de cette planète, qui dure huit mois en tout. Les agitations des vents, des pluies et des orages doivent surpasser tout ce qu'on peut imaginer sur la terre, et les pôles de la planète doivent se montrer de face à la terre dans sa révolution autour du soleil. Ce ne peut donc être que rarement qu'une atmosphère aussi agitée doit laisser apercevoir les continents et les mers qui sont à la surface de Vénus, dont les jours d'ailleurs ont à peu près la même durée que les nôtres, savoir 23 heures 21 minutes. Tout nous indique donc que les saisons de cette planète ne ressemblent point à celles de la terre et de Mars, mais que son atmosphère et ses mers subissent une continuelle évaporation et une continuelle précipitation de pluies torrentielles avec des nuages qui ne laissent que rarement apercevoir le noyau géographique de la planète. Il reste à comparer minutieusement ces données théoriques à l'observation.

Que dire des jours et des saisons des trente-sept petites planètes que l'année 1855 nous a laissées en finissant? Certainement peu de chose. La seule détermination accessible semble devoir être la durée de leur jour. En effet, on a remarqué dans plusieurs de ces minimes fragments de la création un éclat variable qui provient sans aucun doute de ce qu'elles nous tournent divers côtés inégalement brillants. L'intervalle entre deux éclats

ou deux états obscurs de la planète nous donnera donc le temps de la révolution ou le jour de ces pygmées planétaires. Pour faire mieux comprendre cette idée, imaginons un observateur placé dans Jupiter ou dans Mars, et observant de là notre terre pendant plusieurs jours consécutifs. Il est évident que, quand il aura de son côté la partie continentale de la terre, savoir l'Asie, l'Afrique et l'Europe, notre planète lui paraîtra beaucoup plus illuminée que quand il recevra le reflet de l'océan Pacifique, dont les eaux renvoient bien moins de lumière que la terre sèche. Ce que je dis là n'est point une spéculation hasardée. Tout le monde sait que vers la nouvelle lune et après le dernier quartier, époques où le croissant de la lune est très-aigu et très-étroit, on aperçoit le reste du disque de la lune éclairé d'une faible lueur provenant du reflet de la terre. Or ce reflet, quand le croissant mince apparaît à l'orient avant le lever du soleil, en vieille lune, est beaucoup plus prononcé que quand ce croissant paraît le soir suspendu sur l'horizon occidental. C'est que, dans le premier cas, où le croissant est à l'orient, il reçoit le reflet de l'hémisphère oriental, qui est bien plus riche en terres que l'hémisphère occidental avec les plaines liquides de l'Atlantique et du Pacifique et le peu de terre de l'Amérique équatoriale. On attribue ordinairement cette théorie à Galilée, mais je n'ai pu la trouver dans ses œuvres.

Voilà donc ce que nous savons jusqu'ici d'un peu positif sur les saisons des planètes concitoyennes de la terre dans l'empire du soleil. La variété n'y manque pas, comme on voit, et les installateurs d'êtres vivants

ont beau jeu pour exercer leur imagination dans un si grand nombre de mondes si diversement partagés pour la chaleur, la lumière, la durée des jours et des ans, enfin pour tout ce qui constitue chez nous les saisons et les climats et les produits de la vie animale et végétale. Une seule chose pourrait empêcher d'admettre des habitants vivants dans les planètes éloignées du soleil : c'est le peu de chaleur de cet astre dans ces prodigieuses distances ; mais sans recourir à des organismes particuliers (ce que la nature du reste paraît facilement pouvoir faire pour des localités exceptionnelles), ne voyons-nous pas la vie subsister près des pôles de la terre, au Spitzberg par exemple, où l'on ne peut guère compter sur l'influence du soleil, qui peut à peine fondre l'été une partie des eaux congelées pendant l'hiver? N'avons-nous pas vu les puits artésiens forés en Egypte ramener avec les eaux souterraines des poissons pour lesquels le soleil et ses rayons étaient mille fois plus étrangers qu'aux habitants de Neptune? Plusieurs autres eaux souterraines, et notamment celles de la Carniole et de Laybach, ne nous offrent-elles pas des poissons et même des oiseaux pêcheurs vivant sous terre? Pour prescrire des limites à la faculté productive des organismes vitaux, tant pour les animaux que pour les plantes, il faudrait savoir ce que c'est que la vie; or c'est ce que nous ignorons complétement. N'a-t-on pas vu au commencement de ce siècle toutes les lois d'Aristote sur l'organisation animale échouer devant les bizarres habitants de la terre et des eaux dans l'Australie? N'y a-t-on pas trouvé des quadrupèdes couverts de poils et ayant un bec au lieu d'une mâchoire armée de

dents, de grands animaux dont les petits ne venaient au monde ni par le moyen des œufs ni par enfantement d'êtres nés viables? Je ne parle pas des belles organisations gigantesques qui ont disparu de notre terre, ni des races que l'homme a détruites à jamais, quand il a occupé les localités entières où vivaient ces races. Malheureusement, pour l'honneur de l'humanité, on peut compter parmi ces exterminations plusieurs races d'hommes, comme celles qui occupaient les îles Canaries ou bien Saint-Domingue et Cuba. En général la nature ne s'arrête que devant une impossibilité physique absolue, et jusque-là elle réalise tout. Une fois que l'on est bien convaincu de cette vérité, que les rayons du soleil ne sont pas indispensables à la vie, on trouvera toujours à une profondeur suffisante dans chaque planète la chaleur d'origine qui pourra s'accommoder aux exigences de bien des organismes végétaux et animaux.

Les notions astronomiques et physiques qui servent de base à cette étude sur les saisons des planètes solaires sont de celles que les observateurs, préoccupés principalement des lois du mouvement de ces planètes, ont presque entièrement négligées. L'astronomie physique exige en effet des télescopes très-puissants, une dextérité spéciale dans le maniement de ces grands instruments et une assiduité constante à saisir toutes les heures favorables à la vue des phénomènes, malgré les caprices météorologiques de l'atmosphère et la présence souvent gênante de l'illumination lunaire quand on observe de très-faibles objets. Parmi ceux qui ont eu le courage de créer des télescopes gigantesques et de s'en servir, on peut citer William Herschel et lord

Rosse, quoique ce dernier ait encore peu fait pour l'astronomie planétaire. Qu'il me soit permis de répéter ici, après Laplace, qu'un télescope de grandeur moyenne comme ceux de sir John Herschel, ou comme ceux de trois pieds anglais qu'on se propose d'expédier bientôt au cap de Bonne-Espérance, étant transporté dans les montagnes de l'équateur ou même sur nos Alpes ou sur nos Pyrénées, au-dessus des couches vaporeuses de l'air des plaines, nous montrerait sur la constitution physique de la lune et des planètes mille particularités qui nous seront à jamais insaisissables dans le fond de l'atmosphère épaisse où nous sommes relégués ordinairement. Toutes les questions qui se rapportent aux jours et aux atmosphères des planètes, à l'état de leur surface, pourraient obtenir une solution, et d'autres points non moins importants, savoir l'existence d'une planète plus près du soleil que Mercure, celle d'un satellite de Vénus, aussi bien que la détermination exacte du nombre de ceux qui circulent autour de Saturne, d'Uranus et de Neptune. Je ne parle pas des comètes, des nébuleuses de la voie lactée, de la lumière zodiacale, et de bien d'autres sujets de recherches.

La conclusion naturelle de ce qui précède serait un tableau des habitants de ces planètes dont nous avons indiqué les climats et les saisons. Ce n'est pas tout de bâtir une maison, il faut encore la peupler. Or les notions positives sur les habitants des planètes autres que la terre sont de celles que probablement on ne pourra jamais obtenir de la science observatrice. Le champ reste donc ouvert aux spéculations métaphysiques, théologiques ou philosophiques, et il n'est pas besoin d'é-

tudes très-profondes dans les sciences pour se lancer dans cette voie. Il suffit que les créations de l'imagination ne blessent aucun des faits constatés par l'observation. On peut du reste affirmer que dans aucune planète, excepté peut-être dans Mars, l'organisme humain ne pourrait continuer à vivre. Les habitants de ces planètes doués ou non d'intelligence ne sont donc point des hommes. Que sont-ils, que peuvent-ils être? A toutes ces questions, si l'on ne veut pas sortir des limites de la science des faits, de la vraie science positive, il n'y a qu'une réponse à faire : il faut savoir ignorer!

(Janvier 1856.)

SUR

LES PROGRÈS RÉCENTS

DE

LA GALVANOPLASTIE.

SUR

LES PROGRÈS RÉCENTS

DE

LA GALVANOPLASTIE.

De toutes les parties de la fameuse *Encyclopédie* française du siècle dernier, celle qui traite des arts et métiers est certainement l'une des plus importantes et des plus utiles, et c'est en même temps celle qui a eu le moins de lecteurs. Il est pourtant très-curieux d'étudier les procédés par lesquels le génie de l'homme a maîtrisé la nature et a tiré tant d'avantages de ses diverses productions. Franklin définissait l'homme *l'animal qui sait se faire des outils*. A ce point de vue, les plus simples et les plus vulgaires des instruments dont nous nous servons tous les jours méritent notre attention. La pince ou tenaille avec laquelle nous saisissons un fer rougi au feu n'est-elle pas une addition précieuse à la main, qui ne pourrait manier impunément un métal incandescent? La simple pincette du foyer domestique ne représente-t-elle pas deux doigts mécaniques qui ne craignent pas la brûlure? Pourrait-on remplir sa main de charbons

ardents comme on remplit une pelle à long manche, en évitant non-seulement le contact destructeur du feu, mais encore un proximité trop grande du foyer d'où l'on retire le combustible enflammé? Pourrait-on, en frappant du poing, faire le travail qui devient facile avec le marteau? On trouve dans Hésiode cette curieuse remarque, que les cyclopes, ouvriers admirables, avaient la force, l'activité et *des machines pour aider leurs travaux*. Dans Homère, Vulcain arrivant à sa forge fait souffler son feu par deux figures qui étaient évidemment des éolipyles, que l'on n'emploie plus aujourd'hui, sans doute parce que l'on a reconnu que l'air mêlé de vapeur d'eau brûle le charbon sans efficacité pour la production de la chaleur. Les curieux pourront voir dans la belle tragédie d'Eschyle *Prométhée enchaîné*, tous les arts que ce titan, bienfaiteur des hommes, se vante de nous avoir donnés. Indépendamment du feu, qui auparavant était exclusivement réservé aux dieux, il mentionne l'art de bâtir, l'astronomie, la marine, les animaux soumis au joug, la médecine, et, chose remarquable, l'art d'écrire et la science des nombres. Il dit qu'en donnant le feu, il a donné tous les arts à l'humanité, mais il y avait encore bien loin du feu à l'électricité.

La galvanoplastie, c'est-à-dire la fabrication électrique d'une pièce métallique, est-elle une science, un art ou une industrie? Se rapporte-t-elle à l'intelligence purement scientifique et métaphysique, ou bien doit-elle, comme la sculpture et la glyptique, être placée dans la brillante catégorie des beaux-arts, enfants privilégiés de l'imagination? Doit-on enfin n'y voir qu'un métier utile,

dont les produits s'adressent aux besoins de l'homme civilisé, comme tous ceux qui font refuser à ceux qui les exercent le titre d'artistes pour ne leur laisser que le nom d'artisans ou d'ouvriers?

La galvanoplastie est à la fois une science, un art et un métier. Son origine purement scientifique est la physique de l'électricité. Par ses applications à la production de tous les ouvrages où la forme domine, c'est un art, de ceux que l'on appelle par excellence *arts libéraux*. Enfin, par ses produits industriels, c'est une laborieuse ouvrière. Tout le monde sent la différence qu'il y a entre la fabrication des objets de quicaillerie, l'argenture ou la dorure des bronzes et le modelage d'une statue, la reproduction d'une planche gravée avec tous les raffinements de l'art le plus avancé.

Cette espèce de bilan qu'on a dressé de l'humanité en divisant les tendances prédominantes en intelligence, sentiment et besoins matériels, semble fondé sur l'observation des faits comme sur la nature intime de notre espèce. Les arts libéraux, qui tiennent le milieu entre les spéculations métaphysiques, accessibles à peu de têtes, et les travaux purement manuels, qui ne disent rien à l'imagination, sont ceux qui font l'honneur comme la félicité des nations civilisées tant par leur charme naturel que par leur influence salutaire sur la société. La galvanoplastie se recommande donc sous tous les points de vue à l'étude et à l'intérêt des esprits de toutes les classes.

Au moment où l'exposition universelle de 1855 fut annoncée au public, on s'imagina que des descriptions détaillées des procédés qui avaient fait éclore toutes les

merveillés de l'industrie seraient indubitablement recherchées par les visiteurs et par ceux qui n'auraient pas l'avantage d'étudier en détail tout ce que contenait l'immense palais, ou plutôt les immenses palais encombrés par le travail du monde entier. Il n'en a rien été. Les descriptions techniques ont été mises en réserve pour être consultées au besoin; elles n'ont point occupé les lecteurs, et ne sont point arrivées à prendre rang parmi les sujets de conversation des salons ou des sociétés de Paris et de la province. Elles ont eu tout à fait le même sort que les parties techniques de l'*Encyclopédie*. L'expérience indique donc que la science seule des faits n'a point d'attraits sans les déductions qui les rattachent à l'homme. « La fourmi, disait Bacon, amasse sans art; l'abeille amasse et élabore les matériaux qu'elle a recueillis. » Une remarque de salon me fournit un exemple qui peint bien ma pensée. Tout le monde a lu l'*Esprit des Lois*, le chef-d'œuvre de Montesquieu; et les lois elles-mêmes, qui a pris connaissance de leur immense ensemble, si ce n'est ceux qui en font une étude professionnelle?

Je m'abstiendrai donc de faire le tableau de tout ce qu'a produit l'électricité plastique depuis les pages qu'ici même je lui ai consacrées, et je passerai en revue les travaux de quelques ateliers de la capitale, sous le triple rapport de l'industrie, de la science et de l'art. Du reste, presque tous nos galvanoplastes ont réuni ces trois mérites dans leur fabrication.

Lorsque l'exposition universelle de France ouvrit au monde entier la concurrence de tous les mérites et la rivalité de toutes les fabriques, la puissante maison

Elkington de Londres sembla, pour la galvanoplastie, devoir primer le monde entier. Un seul fabricant français, M. Christofle, pouvait soutenir l'honneur de la France, et, n'écoutant que son patriotisme, il s'abstint de rechercher l'avantage d'être membre du jury international, afin de balancer les suffrages, qui en effet le placèrent au même rang que son rival. Mais ce n'est pas tout que de voir les produits d'une immense industrie d'utilité et de luxe; il faut pénétrer dans les ateliers où se préparent tous les objets que la consommation française réclame et tous ceux par lesquels la France rend les autres nations tributaires de son art et de son activité. J'ose dire que, sous ce point de vue, il n'est point d'homme d'État qui ne voie avec admiration ou même avec reconnaissance l'atelier ou plutôt les cent ateliers de M. Christofle. Là, douze ou quinze centaines d'ouvriers et d'ouvrières, depuis les simples manœuvres jusqu'aux artistes de premier ordre, modèlent, fondent, *galvanoplastisant*, argentent, dorent, polissent mille sortes d'objets en métaux ordinaires ou précieux, depuis le couvert modeste du pauvre, recouvert en argent, jusqu'aux bronzes argentés et dorés destinés aux plus opulentes maisons du pays. L'agent scientifique, l'électricité, relégué dans un cabinet isolé en plein air pour éviter les émanations nuisibles, envoie par de longs fils de métal son influence aux réservoirs pour le dépôt de l'or et de l'argent et à ceux où le métal se dépose en lames et en figures dans des moules artistiques. Certaines pièces offrent du travail sans art, d'autres un art exquis; le plus grand nombre, qui composent ce qu'on appelle l'*ornementation*, présentent l'assemblage

des deux genres, savoir : des pièces massives, enrichies de détails du travail le plus précieux. L'attention scrupuleuse qui a été donnée partout à la salubrité de tous les ateliers pourrait être qualifiée d'admirable, si ce n'était pas l'estime plutôt que l'admiration qui dût payer cette philanthropie si rare. Quand on voit un agent tout à fait scientifique, l'électricité, travaillant en silence, avec une activité infatigable, à la création comme à la décoration de tant de pièces métalliques, on se figure involontairement Diderot, le directeur des articles d'arts et métiers de l'*Encyclopédie*, visitant aujourd'hui un grand atelier de galvanoplastie, et jouissant du progrès provoqué par sa noble initiative d'il y a un siècle. Diderot aurait vu avec bonheur la galvanoplastie réaliser l'union de l'industrie avec les beaux-arts, qu'il comprenait si bien. Comme dans les palais de l'industrie, cet esprit si hardi, et si au-dessus des préjugés de son siècle, aurait applaudi à la réhabilitation, pour ainsi dire officielle, du travail, qui a inauguré la seconde moitié du présent siècle, en admettant aux mêmes distinctions, aux mêmes décorations, le mérite de l'ouvrier et le mérite guerrier. Si, à l'exemple des Grecs, nous prenons la décade de dix années pour l'unité de temps, car le siècle est trop long pour l'activité de la civilisation moderne, la présente décade, qui est la sixième du XIXe siècle, et qui a vu les expositions de Londres et de Paris, et les récompenses honorifiques équitablement décernées à tous les travailleurs sans privilége autre que le mérite et sans égard à la routine des préjugés, la présente décade, disons-nous, occupera un rang distingué comme ayant réalisé un progrès moral et politique,

de même que le travail avait, lui aussi, réalisé un progrès utilitaire et national. *Quand on a été à la peine, on a le droit d'être à l'honneur!*

A voir la facilité avec laquelle, sous l'influence électrique, les métaux se solidifient en vases, en statues, en ustensiles divers, et passent de l'état liquide du bain qui les contenait à la rigidité que la fonte seule leur donnait autrefois, on pense tout de suite à ces montagnes de sel qui, dans les marais salants de l'Aunis, se retirent à l'état solide des eaux toujours agitées de l'Océan. Là, l'évaporation fait ce que l'électricité fait dans la galvanoplastie; seulement il est moins étonnant de voir les cristaux de sel solide apparaître quand l'eau les abandonne par sa volatilisation au travers de l'atmosphère que de suivre dans l'œuvre de l'électricité le dépôt métalliquement rigide exigé d'un réservoir qui ne perd rien par l'évaporation. Il y a deux ou trois décades d'années, on n'eût pas jugé possible de faire du cuivre, de l'or, de l'argent en masses compactes par des dépôts continus de particules pour ainsi dire précipitées une à une, et dont on ne pouvait attendre raisonnablement que du métal en grains, en poussière ou limaille impalpable, comme le donnent toutes les opérations chimiques.

En effet, si dans un laboratoire de chimie bien assorti en produits et en préparations, un flacon renfermant une poudre noire, terne, pulvérulente, porte l'étiquette *charbon de bois*, *charbon de sucre*, *charbon de terre* ou *noir de fumée*, vous replacerez ce flacon, qui ne dira rien de nouveau à votre curiosité; mais le flacon d'à côté, renfermant une substance tout à fait semblable,

également noire, terne et en poudre, portera l'étiquette *argent ;* un autre flacon, encore tout pareil, contiendra de l'*or*. De même le fer, le cuivre, le zinc, le plomb, l'étain et tous les métaux seront des poudres noires comme le charbon, et qu'il serait impossible de distinguer du charbon par l'aspect. Tels sont les produits de la précipitation chimique. Pour vous faire connaître le genre de ces poudres diverses de nature, quoique semblables d'apparence, le chimiste en prendra une petite quantité, et, la fondant au chalumeau, il produira un bouton d'or, de cuivre ou d'argent, suivant le bocal où il aura puisé la substance noire. Au commencement de ce siècle, on a été obligé de faire des travaux chimiques inouïs pour faire passer le platine de l'état de précipité pulvérulent à l'état compacte et malléable. Comme le platine est presque infusible, on n'avait pas, ainsi que pour l'argent et le cuivre, la ressource du feu pour l'agglomérer et le réduire en masse brillante. Les expositions des deux ou trois premières décades de ce siècle font foi de ces difficultés péniblement surmontées.

C'est ici le cas de remarquer combien avaient beau jeu les prétendus adeptes du grand œuvre, les possesseurs de la pierre philosophale que Molière appelle

..... Cette benoite pierre
Qui peut seule enrichir tous les rois de la terre.

Pour faire croire que dans leurs fourneaux ils changeaient diverses substances en métaux précieux et qu'ils faisaient de l'or, il est évident qu'ils mettaient frauduleusement de l'or en précipité noir au lieu de charbon, et qu'ensuite ils ne retiraient que l'or qu'ils avaient in-

troduit dans leur appareil. Sous la régence d'Anne d'Autriche, une mystification de ce genre pensa coûter la vie à l'alchimiste qui se l'était permise, et sans doute la catastrophe sera arrivée plus d'une fois entre la tyrannie avide et le charlatanisme impudent. En vérité on ose à peine plaindre de si peu intéressantes victimes. Quant à la galvanoplastie, au moyen de bains convenablement métallisés, elle a doré, argenté, cuivré, platiné en pellicule, en plaque, en masse compacte, à volonté. De même qu'on peut ne déposer qu'une mince couche métallique dans un moule creux, on peut le remplir complétement de métal sans y laisser aucun vide. C'est l'affaire du temps pendant lequel on laisse agir l'électricité de la pile.

La pile elle-même, cette admirable invention de Volta, que les ouvriers de Paris fabriquent par centaines et par milliers pour les télégaphes électriques, n'était au commencement du siècle que dans les cabinets de physique. Voici comment on la construisait. On plaçait sur une table un disque ou rondelle de cuivre sur laquelle on mettait une pièce semblable de zinc. La dimension de ces pièces ou rondelles était environ deux fois celle d'une pièce française de cinq francs. Au-dessus de la pièce de zinc, on posait une rondelle de drap mouillé d'eau salée, puis on posait dessus un second cuivre, sur celui-ci un second zinc, puis une seconde rondelle de drap humide. On continuait ainsi d'empiler les pièces de zinc sur les pièces de cuivre et les disques de drap mouillé sur les disques de zinc. Après trente ou quarante alternatives, la pile ainsi construite semblerait être le plus inoffensif et le plus innocent des appareils que l'on puisse ima-

giner. Cependant, si l'on met une main en contact avec la base de la pile et que de l'autre on touche le sommet, on ressent une violente commotion nerveuse qui agit incessamment tant qu'on touche le sommet et la base de la pile avec les deux mains. Avec la pile que Napoléon Ier avait donnée à l'École Polytechnique, M. Gay-Lussac fut renversé du choc. Maintenant on administre l'électricité avec de petits appareils analogues à la pile pour le courant électrique, et qui sont très-efficaces sous un très-faible volume. Chaleur, lumière, composition et décomposition chimique des corps, transport des substances sous forme invisible, sécrétions organiques dans les plantes et les animaux, messages télégraphiques, travail moteur, tout est exécuté par cet agent sans poids, imperceptible à notre vue, et aussi mystérieux dans le bâton de cire à cacheter qui, frotté sur un habit, attire un fil léger que dans le nuage orageux où il constitue la foudre. Ainsi, après avoir fait travailler l'air, l'eau et le feu, le génie de l'homme a su prendre pour collaborateur le fluide même de la foudre, et, chose étonnante, ce redoutable agent physique s'est montré le plus docile et le plus apprivoisé de tous ceux que l'intelligence avait conquis sur la nature matérielle.

L'exposition universelle a vu et apprécié les résultats obtenus par MM. Hulot et Coblence. M. Coblence reproduit une page portant une vignette et un texte imprimé de telle manière qu'on peut la tirer à l'impression comme un stéréotype, réduisant ainsi la reproduction d'un ouvrage à figures intercalées au même degré de facilité que la reproduction typographique ordinaire. Quant à M. Hulot, outre ses admirables spécimens de

billets de banques, de timbres-poste tirés à plusieurs milliards, et ses clichés sans pareils, on peut dire que dans le modelage et la reproduction des gravures il a atteint les dernières limites de l'art. Ses ateliers à la Monnaie sont des installations tout à fait scientifiques. Au grand honneur de la science et de l'industrie, on a vu à la distribution des récompenses de l'exposition MM. Hulot et Coblence, le savant et l'ouvrier, recevoir ensemble cette décoration à laquelle l'estime de la France a donné une si haute valeur.

A l'une des dernières séances de l'Académie de Sciences, un galvanoplaste de première distinction, M. Lenoir, a montré des bronzes d'un fini parfait et d'une épaisseur tout à fait uniforme en même temps qu'ils étaient fort légers. L'invention consiste dans l'idée que M. Lenoir a eue d'introduire dans le creux du moule un ou plusieurs fils mécaniques conducteurs qui répartissent le dépôt métallique également sur toute la surface intérieure du creux. On peut ainsi atteindre à des figures de toutes les dimensions. La statue se trouve produite tout d'une pièce sans soudure et sans travail d'ajustement, travail coûteux, souvent périlleux et toujours peu artistique. Plusieurs des pièces mises sous les yeux de l'Académie étaient de vrais chefs-d'œuvre de modelé et de distribution du métal plastique. Il va sans dire que tous les galvanoplastes qui arrivent aux travaux d'art confectionnent également tous les objets d'ornement, dont le nombre est déjà immense, car tout ce qu'on peut demander sans risque au travail galvanoplastique, on se garde bien d'essayer de le produire par les anciens procédés du feu et de la fusion, qui

tourmentent les moules et ne tirent pas à beaucoup près aussi fin.

L'esprit des procédés galvanoplastiques, c'est donc en général une plus grande perfection du travail artistique jointe à une réduction considérable dans le prix des produits. Quant à ce qu'on appelle *le tour de main*, c'est-à-dire l'emploi bien entendu d'un nombre considérable de petites précautions qui semblent autant de recettes individuelles, on ferait plus d'un volume de celles que chaque opérateur en grand préconise à juste titre comme gage de succès, et ces prétentions sont légitimées par la beauté des résultats obtenus. Je passe donc à des opérations d'un tout autre genre exécutées en grand dans l'établissement gigantesque de M. Oudry, ayant pour collaborateur M. Levret, officier distingué de notre savante marine française. Là on fait toutes les pièces d'ornementation, de bijouterie même, que j'ai signalées dans les travaux de M. Coblence : la gravure en taille-douce, le clichage, la reproduction des médailles avec plusieurs enveloppes de divers métaux, comme l'avait déjà fait M. Hulot; mais c'est dans l'industrie des grandes pièces, et surtout pour la marine, qu'il y a chez M. Oudry du nouveau et de l'étonnant. C'est le dernier type que je prendrai pour les progrès de l'art.

On peut dire que M. Oudry change tous les métaux, non pas en or comme les alchimistes, mais bien en cuivre. D'immenses tuyaux de conduite, des rouleaux pour l'impression des étoffes, sont revêtus en dedans et en dehors d'une épaisseur considérable de ce métal, bien moins altérable que le fer. Des chaînes de marine de grande force, des cornières en fonte, des clous de dou-

blage, des candélabres immenses, de hautes grilles, deviennent inaltérables même à l'eau de mer. La marine française a déjà accueilli plusieurs des produits de M. Oudry, et notamment pour l'habitacle des phares. On cite les Anglais et les Américains pour la hardiesse de leurs entreprises industrielles; l'usine d'Auteuil ne leur cédera en rien. Il s'agit de doubler un navire en fer en le mettant dans une cale à flot et l'entourant d'un bain galvanoplastique. C'est gigantesque, mais cela n'implique rien d'impossible, et le tout est dans le prix de revient, qui semble n'être pas évalué trop bas par M. Oudry. Mais les navires en bois, comment les envelopper de cuivre? Le doute était ici permis, ou même commandé par la nature du doublage que l'on avait en vue. Il ne semble pas facile au premier abord de fixer sur le bois une épaisseur de cuivre suffisante pour sa préservation. Or l'expérience a prononcé pleinement en faveur des prétentions de M. Oudry. De grandes planches, de celles mêmes qui constituent le bordage des vaisseaux, ont été doublées d'une épaisseur de cuivre de la plus parfaite régularité et d'une adhérence complète à l'aide de petits clous de cuivre incrustés dans le bois, et dont la tête se noie dans le dépôt galvanoplastique. Ces planches ainsi doublées ont un aspect magique, et leur grandeur éloigne toute idée de crainte sur la réussite du doublage d'un bâtiment entier de grandeur quelconque. Après cela, il ne semble plus possible de fixer de limite à la puissance de la galvanoplastie. On pourrait la définir l'art de faire sans la fonte et sans le feu tout ce qu'autrefois on faisait par ces deux moyens. L'école de Pythagore s'amusait de cette énigme : *On voit l'homme*

souder l'airain sur l'homme au moyen du feu! Le mot de l'énigme était la pose des ventouses. Avec la galvanoplastie, il n'y a pas de doute qu'on réussirait à bronzer une partie considérable d'un corps vivant. Dans l'usine de M. Oudry, tout est revêtu de cuivre, même les rails des petits chemins de service intérieurs.

Pour comparer le procédé galvanoplastique avec la fonte ordinaire, il faut d'abord savoir qu'une statue, un buste ne sont pas coulés pleins ; il y a un vide au milieu. En réalité, une figure de bronze se coule entre deux moules. L'un, grossièrement ébauché, est intérieur et fait de sable, de terre, de charbon pilé, enfin d'une substance qui puisse s'extraire facilement après le coulage. Ce moule intérieur est recouvert d'une couche de cire que le sculpteur travaille ensuite avec tout l'art dont il est capable. C'est cette cire qui est enveloppée d'un nouveau moule. On verse le métal fondu entre les deux moules; la cire fond ou s'évapore, et le bronze la remplace.

Sequitur fugientem torridus humor.

Voyez sur cette opération les beaux vers du cardinal de Polignac dans l'*Anti-Lucrèce*. Le sable intérieur est ensuite concassé et retiré. Comme c'est la forme extérieure du métal qui en fait tout le mérite, on estime en général les bronzes légers : tels sont les bronzes antiques et les bronzes florentins de la renaissance; mais il n'est rien de pareil à ce que peut donner en ce genre la galvanoplastie, et surtout celle de M. Lenoir. Il y a cependant des limites à tout, et ce sentiment artistique qu'on appelle le goût a tout autant de réalité que les

formules de la géométrie. L'impératrice Joséphine, qui protégeait les arts du dessin à une époque où la guerre enlevait toute la population studieuse, avait eu l'idée de demander à plusieurs artistes des coupes et des urnes en bronze d'un modèle élégant : il en reste plusieurs dont la forme est gracieuse ; mais quelle fonte, bon Dieu ! Peu s'en faut que la pièce ne soit en bronze plein. On ne pouvait pas objecter ici la difficulté de faire un moule intérieur ; c'était plus facile que les bombes et les obus, que l'on fait par millions. Un antiquaire, possesseur d'une de ces urnes antiques (de forme), me faisait part de la persuasion où il était que c'était l'urne même dans laquelle Achille avait recueilli les cendres et les os de Patrocle. D'après le peu de creux que le fondeur avait laissé à ce bronze, on n'y aurait pas recueilli les cendres et les os d'un coq ou d'une oie. Il va sans dire que j'assurai l'heureux antiquaire que je ne voyais pas comment on pourrait nier son assertion. En fait d'antiquités, on me montrerait le rasoir de Tullus Hostilius, avec lequel le sacrificateur coupa la pierre qui servait à l'aiguiser, que je le reconnaîtrais pour parfaitement authentique.

Après avoir admiré les résultats de la galvanoplastie, il est une première question que chacun se pose ; on veut savoir comment ce dépôt solide est produit. Tout effet a une cause, et plus l'effet est remarquable, plus on tient à connaître la cause qui lui a donné naissance. Or dans la physique rien n'est si obscur que ces actions qui s'exercent entre les particules extrêmes des corps, lesquelles sont d'une ténuité extrême, mais en si grand nombre, qu'elles produisent par leur ensemble ce qu'elles

ne pouvaient faire individuellement. Depuis Newton, nous savons que toutes les substances matérielles exercent l'une sur l'autre une attraction même à de grandes distances. Deux corps que l'on met en présence, s'ils sont placés sur des supports assez mobiles, se mettent en mouvement l'un vers l'autre. Deux corps polis et bien plans, étant mis en contact, adhèrent fortement. Les ouvriers qui manient habilement la lime dressent deux lames de fer si exactement, qu'elles arrivent au contact et se prennent fortement l'une à l'autre. Si on a deux balles de plomb et qu'avec un rasoir on enlève à chacune d'elles un petit morceau, puis qu'on rapproche les deux petites facettes rondes produites par le rasoir, on voit également qu'il naît une adhérence telle entre les deux balles, que leur poids ne les détache pas l'une de l'autre; souvent même cette adhérence résiste à des poids de plusieurs kilogrammes. Il n'est donc point étonnant que l'électricité, en apportant les particules métalliques et les déposant tout près l'une de l'autre, en construise un métal solide tel que nous l'aurait donné la fusion; car si l'on y réfléchit bien, la fusion n'est aussi qu'un moyen d'exclure tout intermédiaire entre les particules du corps, et par suite de leur permettre d'exercer leur attraction mutuelle au moment où la chaleur se retirera.

Il reste à savoir comment le courant électrique s'empare des particules, et les voiture jusqu'à ce qu'il arrive au point où, s'affaiblissant par diffusion, il abandonne ce qu'il entraînait. Or c'est ici de la physique théorique, et la question rentre dans un tout autre ordre d'idées que celles que nous devons aborder en ce moment.

J'ai déjà dit et répété que la terre dans son ensemble,

à cause des courants électriques qui la parcourent de l'est à l'ouest, est une vaste usine galvanoplastique où l'espace et le temps ont produit de curieux effets. Les filons métalliques qui occupent les fentes des grandes masses continentales semblent des dépôts produits par la galvanoplastie de la nature. Quel sera l'industriel qui saura, pour son profit et pour l'avantage de l'humanité, faire travailler ces courants électriques, qui ne coûtent rien? Jusqu'ici, à ma connaissance, le seul travail qu'on leur ait demandé, ç'a été de remonter une pendule, en sorte que celle-ci va toute l'année sans qu'on ait besoin d'y toucher. C'est un bien mince résultat. De tous les genres de travail, la galvanoplastie me semble celui auquel les forces électriques de la nature s'appliqueraient le plus immédiatement et le plus avantageusement. L'industrie des métaux a toujours rivalisé avec l'agriculture comme source de la richesse. L'Angleterre, avec la partie combustible de son sol, extrait le fer contenu dans l'autre partie et l'exporte avec un avantage immense. Y aurait-il quelque espoir de retirer le fer galvanoplastique de la terre avec les courants de la terre elle-même, comme on retire le cuivre et l'argent par ce procédé? Il faut convenir que le fer est bien difficile à extraire, mais il est bien utile et d'un emploi bien général. Midas et Cinyras, ces deux personnifications de la richesse dans l'antiquité, me semblent marquer l'époque où l'extraction du fer a succédé à celle du cuivre, qui a devancé l'autre de bien des siècles. Virgile nous peint la terre d'Amathonte, où régnait Cinyras, comme *enceinte de métaux :*

Gravidamque Amathonta metallis.

Il en dit à peu près autant de l'île d'Elbe (*Ilva*). La Phrygie de Midas n'était pas moins riche en minerais. Or, dans les localités où les forces de la nature ont déposé *électriquement* des métaux, ces forces électriques doivent encore subsister. Pourrait-on les utiliser? Laissons au temps à décider la question. Au reste, je n'ai voulu indiquer ici que les progrès récents de la galvanoplastie. C'est donc de son présent qu'il s'agit et non point de son passé, ou de son avenir. Sans tenir aux beaux-arts d'aussi près que la photographie, la galvanoplastie, par sa fixation des formes, rentre dans leur domaine. Notre siècle en faisant travailler la lumière et l'électricité, leur a demandé ce qui était dans la nature de chacune. La lumière a fait des tableaux, l'électricité a fait de la statuaire.

(Mars 1856.)

DE L'APPLICATION

DES MATHÉMATIQUES

TRANSCENDANTES.

DE L'APPLICATION

DES MATHÉMATIQUES

TRANSCENDANTES [1].

Ἀει θεος γεὼμετρει.
Dieu fait en tout de la géométrie.
PLATON.

Pour la plupart des lecteurs, une excursion dans le domaine des mathématiques pures diffère peu, par l'étrangeté des objets et du langage à étudier, d'un voyage à Tombouctou. Les termes de la géométrie, de l'algèbre, de la trigonométrie et de l'analyse infinitésimale sont tout aussi étrangers à beaucoup d'esprits que ceux de l'idiome ioloff ou bambara. Cependant à notre époque, où les résultats obtenus par les applications des théories mathématiques sont généralement admirés, il est naturel de s'enquérir des puissances mathématiques avec lesquelles l'esprit humain a remué le monde matériel, à peu

(1) I. *Paley's natural Theology illustrated*, by Henry, lord Brougham, 2 vol. 1839. — II. *Analytical Wiew of sir Isaac Newton Principia*, by Henry, lord Brougham, and E. J. Routh, 1855.

près comme on recherche dans l'histoire quelles étaient l'organisation et les armes des peuples conquérants.

Un illustre savant s'exprimait ainsi il y a deux mois à peine (1) : « Depuis cinquante ans, les sciences physiques et chimiques ont rempli le monde de leurs merveilles. La navigation à vapeur, la télégraphie électrique, l'éclairage au gaz et celui qu'on obtient par la lumière éblouissante de l'électricité, les rayons solaires devenus des instruments de dessin, d'impression, de gravure, cent autres miracles humains que j'oublie, ont frappé les peuples d'une immense et universelle admiration. Alors la foule irréfléchie, ignorante des causes, n'a plus vu des sciences que leurs résultats, et, comme le sauvage, elle aurait volontiers trouvé bon que l'on coupât l'arbre pour avoir le fruit. Allez donc lui parler d'études antérieures, des théories physiques, chimiques, qui, longtemps élaborées dans le silence du cabinet, ont donné naissance à ces prodiges! Vantez-lui aussi les mathématiques, ces racines génératrices de toutes les sciences positives : elle ne s'arrêtera pas à vous écouter. A quoi bon des théoriciens? Lagrange, Laplace, ont-ils créé des usines ou des industries? Voilà ce qu'il faut! »

Nous ne partageons pas tout à fait la manière de voir de l'éminent physicien, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie française, qui, suivant l'expression d'Horace, sait si bien penser et si bien exprimer sa pensée :

Sapere et fari quæ sentiat.

---

(1) M. Biot, dans le *Journal des Savants* du mois de mars 1856.

Il nous a toujours semblé que dès que les personnes étrangères aux études des mathématiques abstraites trouvaient jour à se renseigner sur ces notions si peu à la portée du vulgaire, elles le faisaient avec une activité, une satisfaction et des efforts de réflexion et d'intelligence qui dénotaient une curiosité supérieure à celle que peuvent inspirer les sciences ou les arts accessibles à toute personne qui a reçu une éducation libérale. On ne demandera guère à un membre de l'Académie des Sciences comment on peut arpenter un champ, niveler le canevas d'un chemin de fer ou d'un canal, mais on lui demandera comment on mesure, par exemple, la distance de la lune à la terre, et si l'on est bien sûr d'arriver à un résultat précis ! Il répondra que cette mesure s'obtient par la trigonométrie astronomique. Il dira que deux observateurs se placent vers les deux bouts de la terre, et que de là ils pointent les lunettes de leurs cercles divisés sur notre satellite. Alors ils obtiennent un triangle allongé dont la base est la ligne droite idéale qui joint les deux astronomes sur la terre, et dont les longs côtés sont les distances des deux stations au centre de la lune. L'observation donne la figure de ce triangle, et la trigonométrie calcule dans un tel triangle combien les longs côtés contiennent de fois la longueur de la base. On obtiendra donc ces longs côtés, c'est-à-dire la distance demandée, en prenant un certain nombre de fois la distance des deux observateurs. Si la curiosité de l'amateur n'est pas satisfaite, on peut entrer dans le détail des opérations qui donnent la forme du triangle par ses angles, et la distance des deux observateurs par leur longitude et leur latitude. Ordi-

nairement l'esprit du curieux est satisfait quand on lui trace bien clairement le plan des opérations que la science exécute pratiquement pour arriver au résultat cherché : il retient que nous connaissons la distance de la terre à la lune à quelques kilomètres près, et beaucoup mieux que les distances qui séparent sur la terre plusieurs villes de premier ordre.

Autre exemple d'investigation scientifique. On demande à Archimède de vérifier la nature du métal dont est faite une couronne d'or votive d'un travail exquis et pour laquelle on a remis douze livres d'or à l'orfévre ciseleur. Il n'est pas permis d'entamer et d'endommager l'ouvrage qui doit être consacré à Jupiter dans son intégrité. Après de longues méditations, le géomètre de Syracuse s'écrie : Je l'ai trouvé! Εὕρηκα! Voyons s'il est bien difficile de comprendre la série des raisonnements et des opérations que suit Archimède. Il prend un vase d'eau exactement plein, et y plonge douze livres d'or. Il voit par là de combien ces douze livres d'or font déborder le vase. Or, si la couronne qui pèse douze livres contient douze livres d'or pur, elle doit faire déborder le vase plein exactement de la même quantité. L'épreuve faite montre que la couronne fait déborder le vase beaucoup plus que les douze livres d'or. Elle n'est donc pas en or, et l'ouvrier a montré dans la fabrication plus de talent que de probité. On entaille à la lime un coin de la couronne et on reconnaît qu'elle est formée d'un moule en argent recouvert d'une plaque d'or; mais Archimède va plus loin, il détermine combien il y a d'or et d'argent dans la pièce ciselée. Nous pouvons facilement encore le suivre sur

ce nouveau terrain. En effet, en plongeant dans un vase rempli jusqu'aux bords une livre d'or, puis une livre d'argent, Archimède voit combien une livre d'argent fait déborder le vase de plus que ne le fait une livre d'or. Donc la substitution d'une livre d'argent à une livre d'or occasionne un excès de débordement bien connu. Il est ensuite évident que si la couronne de douze livres essayée après douze livres d'or pur occasionnait tout juste le même excès de débordement qu'occasionne une livre d'argent substituée à une livre d'or, c'est que l'artiste aurait substitué une livre d'argent à une livre d'or. S'il y avait un excès de débordement double ou triple de celui-ci, c'est que deux livres ou trois livres d'argent auraient été substituées à pareil poids d'or. Donc, d'après l'excès total de débordement que produisait la couronne, Archimède put juger de la quantité totale d'argent substituée à l'or dans le poids total de la couronne. J'avouerai humblement à mes lecteurs (en les priant toutefois de m'en garder le secret) qu'au risque de passer pour un petit esprit, je regrette de ne pas savoir le dénoûment de l'histoire de Démétrius, car tel était le nom du ciseleur, et si cette couronne fit partie des objets que Verrès enleva aux Siciliens. Cicéron n'en dit rien.

Au risque de me tromper dans ma conjecture, je présume qu'Archimède obtint la grâce de l'orfévre en faveur de la belle découverte qu'elle avait occasionnée, car c'est de là qu'ont pris naissance la science de l'hydrostatique et le principe qu'on nomme encore le *principe d'Archimède*. Il est encore un fait qu'on me permettra de rappeler à l'appui de cette présomption.

Notre célèbre minéralogiste Haüy reçut un jour dans son paisible cabinet du Jardin des Plantes un juge d'instuction accompagné d'un *Démétrius* français qui avait vendu pour des diamants des topazes blanches du Brésil, vulgairement connues sous le nom de *gouttes d'eau*, et qui sont d'une limpidité parfaite avec un poids tout pareil à celui du diamant. Ici l'épreuve d'Archimède n'eût pas réussi, puisque le diamant et la topaze blanche produisent exactement le même effet quand on les plonge dans l'eau ; mais les objets paraissent doubles au travers de la topaze, contrairement à ce qui arrive quand on les regarde au travers du diamant. De plus, la topaze électrisée garde obstinément son état électrique, lequel disparaît promptement dans le diamant électrisé. De plus encore, la topaze échauffée s'électrise d'elle-même, ce que ne fait pas le diamant. Je ne parle pas du lustre que prend subitement le diamant quand on observe ses reflets obliques, ce qui n'arrive pas à la topaze. Enfin on aurait encore pu, suivant le procédé d'Arago, observer l'angle de polarisation, qui diffère beaucoup dans les deux gemmes. Bref la conclusion du savant fut que les pierreries étaient fausses ; mais celle du magistrat fut qu'il devait lancer un mandat d'arrêt contre le vendeur dont tout indiquait la culpabilité. Haüy fut donc obligé, à son grand désagrément, d'intervenir activement pour obtenir que le juge se contentât d'une transaction à l'amiable et ne réclamât pas l'application rigoureuse de la pénalité méritée. Cet épisode minéralogique avait laissé un souvenir pénible dans l'âme du bon abbé créateur de la cristallographie.

Les annales de la science me fournissent un autre

trait d'improbité accompagné d'impénitence finale. Il s'agissait de boissons falsifiées que les dégustateurs officiels regardaient comme telles, mais que la chimie était impuissante à reconnaître par ses procédés. L'habile chimiste Laugier, du Jardin des Plantes, fut appelé en expertise et trouva enfin un réactif qui mettait la fraude en évidence. Le falsificateur, poussé à bout par le savant, lui dit : « En supposant mes boissons falsifiées, il serait impossible de démontrer qu'elles le sont. » Le chimiste lui indiqua le réactif qui avait fait découvrir la fraude : « Je vous remercie, monsieur, lui dit impudemment celui-ci, car, malgré la confiscation qui va être la suite de votre expertise, vous m'avez rendu service. Désormais je serai en garde contre l'action de votre réactif, que je ne connaissais pas ! » Au reste, si cet homme n'a pas continué à se livrer à son industrie, il en est tant d'autres qui s'y sont livrés, que les justes préoccupations de l'autorité publique semblent jusqu'ici n'avoir fait que rendre plus habiles les fabricateurs de liquides falsifiés en tous genres, au grand détriment de la santé publique en France et de notre commerce d'exportation à l'étranger.

Puisque je suis sur le chapitre des fripons *savants*, j'ajouterai qu'en 1804 une bande de faux monnayeurs avait si bien contrefait les pièces de 48 livres, qui avaient encore cours alors, que toutes les ressources du génie d'Archimède auraient été impuissantes pour reconnaître la fraude. Le platine, l'étain et l'or étaient en si exacte proportion, que rien ne pouvait indiquer ou faire soupçonner que la valeur de ces pièces ne fût que de 18 à 19 francs, laissant à ces honnêtes industriels un

bénéfice considérable. D'après les lois d'alors, sans doute trop peu indulgentes, ils eurent la tête tranchée, excellent moyen d'éviter la récidive ! Très-sérieusement parlant, le commerce de la France, surtout en ce qui concerne les objets d'exportation et notamment les préparations pharmaceutiques, réclame des lois répressives de fraudes non moins désastreuses pour les intérêts de la France que coupables au point de vue de la probité.

Nous voilà bien loin des spéculations purement mathématiques, mais ce qui précède montre clairement la connexion intime de la science avec l'industrie. L'ancien adage, que rien n'est dans l'intelligence qui n'ait d'abord été dans la sensation, *nihil est in intellectu quod non priùs fuerit in sensu*, peut être justement retourné, et on peut dire que rien n'est dans la pratique et dans l'industrie qui n'ait été d'abord dans la théorie et dans la science. Les craintes de M. Biot ne me semblent donc point fondées, et la prééminence restera toujours à la pensée théorique comparativement à l'œuvre matérielle. Essayons de donner une idée de ces hautes puissances mathématiques qui font aujourd'hui le noble apanage de l'esprit humain, et au moyen desquelles, outre les arts, qui sont la vie et la santé de nos sociétés civilisées, il a pu embrasser le monde dans son état présent, dans son passé et dans son avenir.

Si je nomme un marteau, une pince, un levier, une poulie, une hache, une tarière, un outil matériel quelconque, la langue est faite, tout le monde me comprend ; mais si je nomme un logarithme, une exponentielle, un cosinus, une tangente, une différentielle, une intégrale, on me demandera quels sont ces êtres inconnus ? Vont-

ils à deux ou à quatre pieds? Cela vole-t-il, rampe-t-il ou nage-t-il dans la mer, ou dans l'eau douce? Sont-ce des êtres saisissables à nos sens, pesants, sonores, blancs ou noirs, chauds ou froids? Si ce sont des êtres métaphysiques, que peuvent-ils faire dans le monde matériel, auquel ils sont étrangers? La pensée ne transporte point les montagnes, et ce n'est pas avec des formules mathématiques que la nature meut et conserve le monde. Nous allons voir tout à l'heure que si les conceptions mathématiques dont les noms précèdent ne produisent pas les actions dont l'univers nous montre les effets, elles sont au moins l'expression des lois suivant lesquelles se produisent les mouvements du monde entier, et que, comme *outils* de l'intelligence, elles ont pénétré tout aussi profondément dans le domaine de l'univers que l'ont pu faire les outils du mineur dans les entrailles de la terre pour y aller chercher des trésors enfouis.

Je commence hardiment par la plus sauvage des fonctions transcendantes, le *logarithme!* Si j'en emprunte la définition à l'algèbre, le logarithme d'un nombre est la puissance à laquelle il faut élever une base numérique fixe pour reproduire ce nombre. Mais d'abord qu'est-ce qu'une puissance, qu'est-ce qu'une base? C'est tout un cours d'algèbre à faire! Avis à ceux qui trouvent que je ne mets pas assez de formules mathématiques dans mes articles. La définition arithmétique ne serait guère plus maniable, il faudrait y parler de progressions par différence et par quotient. En un mot, cela demanderait une somme d'instruction préalable pour laquelle il faut avoir recours aux traités spéciaux.

Si une série de causes égales produisent des effets qui soient toujours dans la même proportion, la relation de l'effet à la cause est celle du nombre à son logarithme. Par exemple, dans le fameux problème du jeu d'échecs, où l'on demande un grain de blé pour la première case, deux grains pour la seconde, quatre grains pour la troisième, huit grains de blé pour la quatrième, et ainsi de suite, toujours en doublant, il est évident que la cause qui produit le doublement est le nombre successif des cases, et que l'effet produit est le double, le quadruple, le double du quadruple, et ainsi de suite, toujours en doublant. Le nombre des cases est le logarithme, le nombre des grains de blé est le nombre correspondant. A la soixante-quatrième case, on a doublé soixante-trois fois, et le nombre des grains de blé demandé pour cette soixante-quatrième case de l'échiquier serait le chiffre 3 suivi de soixante-deux zéros, comme le verra sans aucun calcul tout apprenti géomètre qui saura que le logarithme de 2 est environ égal à trois dixièmes. Plus exactement ce serait trois cent un millions de *milliards de milliards de milliards de milliards de milliards de milliards*, ci :

301,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000.

Si une lumière perd de sa force en traversant une certaine épaisseur d'air ou d'eau, ce qui reste en perdra autant pendant un nouveau trajet pareil. Autant d'épaisseurs traversées, autant de fractionnements de lumière, voilà une loi logarithmique. Voilà pourquoi la lumière et la chaleur du soleil s'éteignent dans notre atmosphère, et comment la chaleur qui atteint le fond

des mers est si peu de chose ; voilà pourquoi, par un temps de brume, les objets cessent d'être perceptibles à une si petite distance, alors que, suivant Homère, on ne peut voir qu'à la distance où on peut lancer une pierre. Tous les voyageurs qui ont été enveloppés par les nuages sur les hautes montagnes savent quelle pénible sensation est cette vue logarithmique à si petite portée, et avec quel agrément on retrouve, en descendant du nuage, et la vue, et les lointains, et cette rapide perception que le même poëte compare en vitesse à la pensée de l'homme !

Couvrez une plante d'une cloche de jardinier, puis de deux, de trois, de quatre, en plein soleil : l'effet redoublera à chaque cloche, et avant la quatrième la plante cuira sous la cloche, et l'eau s'y mettra logarithmiquement à bouillir.

Si vous vous élevez dans l'atmosphère, à chaque hauteur que vous franchirez, l'air sera de plus en plus léger, et vous trouverez, avec la hauteur croissante pour cause et la raréfaction de l'air pour effet, une loi logarithmique qui, étant mise en formule, vous donnera la hauteur de la station où vous êtes parvenu au moyen de la lecture du baromètre à cette station. Ce nivellement, si commode et si utile, a donné la hauteur de toutes les montagnes du globe.

On doit les logarithmes à un baron écossais, nommé Napier, qui a vécu de 1550 à 1617, dans ce XVIe siècle, effrayant d'énergie, où l'esprit humain éprouva des paroxysmes analogues à ceux que la surface de notre globe éprouve par les tremblements de terre. Le baron astrologue ne pensait sans doute pas à la relation de la

cause à l'effet en proportion constante que représentent ses logarithmes, et qui en a fait une représentation de l'effet quand la cause est donnée, et qu'elle agit toujours avec la même énergie. Qu'est-ce que Napier y avait donc vu?

Il y avait vu tout simplement un miracle pour la facilité des calculs. Comme la cause est toujours plus simple que l'effet, il trouva, sans se douter du principe, que si l'on substitue les logarithmes aux nombres, on fait tous les calculs avec la plus grande facilité, puis qu'en repassant aux nombres le résultat apparaît, et qu'on exécute en un jour des calculs qui auraient pris autrement deux ou trois mois de travail. Les tables de logarithmes et les règles à calcul, qui sont aussi logarithmiques, sont connues de tout le monde dans leur usage, sinon dans leur théorie. Il n'est point d'aide-arpenteur qui ne feuillette d'une main profane la *merveilleuse table* (*mirificus canon*) du baron, honneur de l'Écosse, qui a centuplé la vigueur calculatrice de l'intelligence humaine à peu près comme le premier dompteur du cheval, le premier inventeur de la locomotive (M. Seguin), ont centuplé la faculté de transport de l'homme, ou bien comme Chappe et Ampère, le premier par le télégraphe à bras, le second par le télégraphe électrique, ont centuplé et plus que centuplé la vitesse de transmission des dépêches.

Le *cosinus* réclame maintenant notre attention. Cette conception métaphysique est heureusement un peu plus facile à définir que le logarithme. Couchez sur le sol une baguette bien droite, elle couvrira toute sa longueur. Si vous la relevez par un bout, il n'y aura plus immé-

diatement sous la baguette qu'une longueur moindre. Si vous attachez un fil à plomb au bout relevé de la baguette, ce fil à plomb se rapprochera du bout fixe d'autant plus que vous redresserez davantage celle-ci, et quand elle sera toute droite, le fil à plomb touchera la baguette, et celle-ci ne recouvrira plus rien du tout. Si au lieu d'une baguette vous imaginez une planche étendue sur la terre, et la pluie tombant dessus, la planche garantira un espace égal à toute sa longueur; mais si vous la relevez par un bout, elle n'en recouvrira plus qu'une moindre partie, et à mesure que vous la redresserez, la partie garantie de la chute verticale des grains d'eau diminuera de plus en plus, et sera enfin réduite à rien quand la planche sera tout à fait redressée. Or, ici le rapport qu'il y a entre l'espace recouvert et la longueur totale de la planche pour chaque angle d'inclinaison de la planche est ce qu'on appelle le *cosinus* de cet angle. Je n'ose pas dire que souvent des esprits assez légers, qui avaient provoqué de moi cette définition, ont répondu à l'interrogation que je leur adressais : « Comprenez-vous ce que c'est qu'un cosinus? — Oui, je comprends à merveille, mais que m'importe? Que m'importe que la baguette ou que la planche à telle ou telle inclinaison couvre la moitié, le tiers, le quart de sa longueur totale? A quoi peut servir cette notion? »

Réponse : A tout à peu près.

Un manœuvre veut-il monter à l'aide de la brouette de Pascal un fardeau qu'il ne pourrait soulever directement de bas en haut? Il fait rouler sa brouette sur une rampe qui amortit le poids des matériaux à déplacer dans le rapport du cosinus de l'angle que fait la montée

verticale qu'il veut éviter avec la rampe inclinée qu'il veut suivre. Si la montée n'est plus que de 1, 2 ou 3 pour 100 de ce qu'elle était primitivement, la pesanteur est réduite dans la même proportion, qui est celle du cosinus de l'angle très-ouvert que le chemin fait avec la verticale. Le coin qu'on enfonce dans le bois, la hache qui l'entame par un angle très-aigu, le couteau qui tranche d'autant plus qu'il est plus affilé, le rasoir qui, avec ses deux faces creuses, est encore plus affilé que le couteau, enfin la pellicule tranchante d'un fragment de verre dur de boutéille cassée irrégulièrement, et qui pénètre encore plus finement que le rasoir, tous ces effets ont pour cause et pour loi un cosinus qui, en augmentant la force pénétrante, et par suite diminuant la force résistante, augmente d'autant plus l'efficacité de l'action exercée.

Quand une force se partage entre deux directions, la loi de la distribution de la force suivant les deux nouveaux chemins est encore celle du cosinus ou plutôt des cosinus des deux angles que font ces deux nouvelles directions avec la force primitive. Toute la mécanique est là dedans. Choisissons un des oracles que rendent ces cosinus, dont on a fait des tables comme on a fait des logarithmes. Si, après avoir divisé une force quelconque en plusieurs autres, vous les réunissez de nouveau, vous n'obtenez rien de plus que la force primitive. Ces transcendantes crient donc aux aveugles chercheurs du mouvement perpétuel, c'est-à-dire de la production des forces avec rien, qu'ils cherchent l'impossible, et qu'ils ne peuvent pas plus faire un excédant de force qu'un excédant de poids ou de matière. Avec dix degrés

de force vive vous ne ferez pas plus onze ou douze degrés de force qu'avec dix kilogrammes de marbre vous ne feriez onze ou douze kilogrammes de la même substance, ou bien qu'avec dix boulets de canon vous n'en produiriez onze ou douze du même calibre.

Lorsque le Parisien, en général assez casanier, arrive par hasard sur les bords de l'Atlantique, qui sépare la France de l'Amérique, sur les plages de la Normandie, de la Bretagne, de l'Aunis ou de la Guyenne, il voit par le temps le plus calme, par le ciel le plus pur, sous les rayons du soleil le plus beau, l'Océan deux fois par jour inondant ses rivages, amener et remmener ses vastes ondes par une cause occulte qui a longtemps fait le désespoir des théories physiques. Sur les plages de la Provence ou du Languedoc, la mer n'éprouve point de pareilles alternatives d'inondation et de desséchement. Sans doute dans l'Océan, c'est Neptune qui soulève les flots de son vaste empire ; mais pourquoi ne le fait-il pas dans la Méditerranée? D'autant plus que cette divinité grecque, et par suite essentiellement méditerranéenne, doit exercer surtout sa puissance dans les lieux de sa naissance, et notamment dans le bassin oriental ou grec de cette mer. Je sais bien qu'on me dira qu'Aristote, ce grand seigneur naturaliste, se jeta la tête la première dans l'Euripe de l'île d'Eubée, de dépit de ne pouvoir pénétrer la cause de ses marées. Je regarde cette histoire comme aussi authentique qu'elle est vraisemblable. En attendant que Newton nous donnât le mot de l'énigme, Lucain fit de beaux vers sur les marées de l'Océan français, et il peignit à grands traits *ces plages de nature indécise que la terre et la mer ré-*

clument tour à tour. Cherchez la cause de ces alternatives si fréquentes, dit-il en finissant, ô vous que préoccupe le souci de la physique du monde! L'attraction établie par Newton vint seize siècles plus tard en dévoiler la cause mystérieuse. Le poids des eaux diminué deux fois le jour par le passage de la lune et du soleil au-dessus et au-dessous de la terre fait gonfler la partie de l'Océan dont le poids est diminué. Or quelle est la loi de ces actions soulevantes? C'est encore un cosinus. Cette conception métaphysique se substitue au dieu des mers de l'antiquité, et si les marées ne s'observent dans la Méditerranée que sur une minime échelle, c'est qu'en raison du peu d'étendue de cette mer, les forces soulevantes ne peuvent pas agir sur une extrémité sans faire à peu près le même effet sur le bord opposé, ce qui ne permet pas le déplacement en hauteur. C'est au reste ce que proclame d'abord le tout-puissant cosinus qui règle les actions solaires et lunaires, lesquelles tirent l'Océan de l'inertie inhérente à toute matière non soumise à des forces étrangères.

Nous allons retrouver tout à l'heure cette transcendante trigonométrique dans les perturbations du mouvement des planètes, que pendant longtemps on a pu croire capables de compromettre le système du monde, et de faire péricliter la nature entière sous les efforts du temps et des cosinus qui mesurent les perturbations.

Le cosinus n'est pas la seule des lignes évaluées en nombres que la trigonométrie emploie pour calculer l'immense masse des mouvements célestes que l'on observe dans les grands observatoires. Il est des sinus, il est des tangentes, il est des sécantes et deux ou trois

autres lignes qui, si je voulais les écouter, réclameraient leur part d'importance et l'honneur d'être signalées à l'attention du public non géomètre. Les tangentes notamment se vantent d'avoir été des premières utilisées par les constructeurs de cadrans arabes ou hindous. Les Grecs ont complétement ignoré cet admirable échafaudage des sinus, des cosinus, des tangentes, qui, substitué aux angles des triangles, a permis d'opérer sur des lignes droites au lieu d'opérer sur des arcs courbes, ce qui était horriblement compliqué. Lorsque ensuite les logarithmes sont venus simplifier la simplification arabe ou hindoue, tout est devenu expéditif et facile dans ce *matériel de l'intelligence*, et la science a marché à pas de géant.

Passons au calcul infinitésimal.

Dans la seconde moitié du XVIIe siècle, qui est le siècle de Louis XIV, au moment où Corneille, Racine, Shakspeare et Milton faisaient la gloire littéraire de la France et de l'Angleterre, Fermat en France, Leibnitz en Allemagne et Newton en Angleterre posaient les bases de ce puissant levier mathématique que l'on nomme l'analyse infinitésimale, et centuplaient les forces de la pensée en créant l'analyse mathématique des infiniment petits. Fermat y parvint par la géométrie, Leibnitz par les nombres arithmétiques, Newton par la mécanique. Si l'on considère que toute grandeur peut être admise comme formée d'éléments très-petits, il est évident que si l'on peut avoir prise sur ces éléments constitutifs de toute grandeur, on maîtrisera les grandeurs elles-mêmes par les notions que l'on aura sur leurs principes élémentaires. Dans ces notions, on doit convenir que

la clarté appartient avant tout aux conceptions de Leibnitz, et son expression de quantité différentielle, appliquée aux éléments infiniment petits qui constituent toute grandeur finie, est restée en possession exclusive de la science.

L'élément infiniment petit est tout à fait dans la nature. Ainsi la mer peut être considérée comme un amas de simples gouttes d'eau ; la terre, tout immense qu'elle est, peut être géométriquement divisée en petites parties, que, si l'on veut, on ne prendra pas plus grosses que des grains de sable. Mais à quoi bon?

C'est ce que nous allons voir.

Je considère par exemple un monument bâti en brique, comme le sont à peu près tous ceux d'Angleterre, et je veux me figurer ce que peut avoir de matériaux pesants un si immense ensemble. N'est-il pas vrai que si je prends une brique à part et que je la pèse, il ne me restera plus qu'à compter combien un monument contient de briques pareilles pour en avoir le poids total? Ici la brique est la *différentielle* comparativement infiniment petite de l'édifice entier. Il ne me restera plus qu'à trouver un moyen praticable et commode de compter le total des briques. Notez qu'ici toute difficulté relative à la forme de l'édifice disparaît, puisque c'est toujours, en définitive, d'un nombre suffisant de briques qu'on peut le supposer formé. L'art du calcul infinitésimal, c'est d'apprendre à compter les éléments infiniment petits dont le total se compose. Le résultat se nomme *intégrale*. C'est en effet ce que Leibnitz et Newton, et leurs successeurs, Clairaut, Euler, d'Alembert, Lagrange et Laplace, ont fait avec un rare bon-

heur, ou plutôt avec un rare génie. Mais ce n'est pas seulement dans la mesure des grandeurs que l'analyse infinitésimale a triomphé. Nous allons voir que ses procédés atteignent avec le même succès la représentation de tous les mouvements, et en particulier ceux des corps célestes.

Si nous partons de la donnée que nous pouvons additionner autant de petites quantités que nous jugeons à propos de le faire, rien ne nous empêche de considérer les petites additions de vitesse d'un corps en mouvement comme des différentielles dont nous atteindrons ensuite l'ensemble par les procédés de calcul des intégrales. Les petites déviations successives qu'éprouve dans sa marche une planète soumise aux actions les plus compliquées ne seront que des différentielles infiniment petites dans sa marche primitive, et leur ensemble nous sera donné par les procédés d'intégration du calcul des infiniment petits, que nous supposons connus.

Prenons pour exemple la lune, cet astre dont la marche est si compliquée et dont nous pouvons reconnaître tous les écarts à cause de sa grande proximité : elle tourne autour de la terre, et, au premier abord, on peut dire qu'elle décrit un cercle à peu près parfait; mais il y a de petites perturbations qui la rapprochent et l'éloignent alternativement de nous et qui la font aller un peu plus vite ou un peu plus lentement. D'abord le soleil, par son attraction différente de celle qu'il exerce sur la terre, fausse la régularité de l'orbe de la lune. Cette action est exprimée par un cosinus, mais elle ne se produit pas tout à coup ; elle agit d'une manière continue et en prenant l'effet produit pendant un temps

très-court, qui sera un temps infiniment petit, ou, si l'on veut, une *différentielle* de temps, on aura un petit effet, c'est-à-dire une *différentielle* d'effet. Toutes ces différentielles accumulées tomberont sous la puissance de l'analyse infinitésimale, et ce sera au génie du mathématicien d'inventer des procédés qui puissent permettre de passer de ces petites actions à leur effet total. C'est en cela que notre compatriote Laplace a excellé. Son livre, intitulé *Mécanique céleste*, c'est-à-dire science du mouvement des astres, est un monument national dont la France s'enorgueillit à juste titre. Une partie des mêmes questions, notamment la théorie complète des mouvements du soleil et des planètes, a valu à M. Le Verrier une supériorité non contestée dans la détermination des nombreuses perturbations que l'action mutuelle des planètes et du soleil fait naître dans notre système. Ce sont les déductions des théories du calcul infinitésimal qui, sur les traces de Newton et de Laplace, vont nous révéler bien des vérités sur le passé, le présent et l'avenir de notre monde terrestre ou céleste.

J'ai dit que Newton était l'un des inventeurs, et non pas le seul inventeur du calcul infinitésimal. C'est une vérité admise aujourd'hui par tout le monde ; mais il ne partage avec personne la gloire d'avoir le premier reconnu la cause des grands effets mécaniques qui régissent le monde. De quelque gloire que ses contemporains et la postérité aient payé les contemplations de son génie, on ne peut songer sans stupeur à ce qu'a dû éprouver de félicité cette âme si puissante au point de vue métaphysique, quand elle a pu pénétrer les secrets

les plus intimes de la nature et les révéler aux êtres pensants de tous les siècles. Le son flatteur de la louange méritée,

Il dolce suon di meritata lode,

a retenti à ses oreilles pendant une longue carrière, et son livre des *Principes de la Philosophie naturelle* a marqué l'époque d'une de ces surélévations de l'esprit humain, d'où, en mathématiques du moins, il ne redescend plus ensuite. Ce fut sans doute pour Newton un rare bonheur d'avoir Voltaire pour héraut de sa renommée ; mais si ses découvertes furent prématurément appréciées à leur juste valeur, elles durent à leur mérite intrinsèque de ne déchoir aucunement quand les travaux des géomètres qui vinrent après lui les popularisèrent en les développant. Ce n'est point seulement Newton que je veux suivre ici dans l'exposé des découvertes dues à l'analyse transcendante. Notre Laplace y aura sa bonne part sans ôter à Newton la gloire due au premier investigateur des secrets du monde présent et futur.

Notre ciel actuel de chaque saison n'est pas le même qui brillait sur la tête des bergers chaldéens, auxquels on rapporte les premières notions de l'astronomie. Au bout de treize mille ans, les constellations d'hiver deviennent celles d'été, et réciproquement. Depuis le commencement de notre ère, où le printemps commençait quand le soleil était dans la constellation du Bélier, tout a rétrogradé, et de nos jours le printemps commence quand le soleil est dans les Poissons. De même l'équinoxe d'automne, qui arrivait avec le soleil dans la Ba-

lance, arrive maintenant quand cet astre est au milieu des étoiles de la Vierge. De nos jours, entre 1830 et 1840, la brillante étoile d'Andromède, qui suivait le soleil du printemps, s'est trouvée vis-à-vis de lui, et depuis peu d'années seulement elle le devance d'une petite quantité, qui ira s'accroissant pendant vingt-six mille ans, jusqu'à ce qu'en l'an vingt-sept mille huit cent trente-cinq à peu près elle se retrouve de nouveau vis-à-vis du soleil au moment de l'équinoxe du printemps. La découverte de la loi de ces vastes changements de scène du ciel étoilé est due à Hipparque, célèbre astronome qui vivait un siècle et demi avant notre ère. Newton entrevit, d'après sa fameuse loi de l'attraction universelle, la cause de ces grands effets, mais ce fut notre compatriote d'Alembert qui eut la gloire de les conquérir au domaine de la science.

Une conséquence remarquable de ces travaux analytiques, c'est que l'année prise d'un printemps à l'autre n'a pas une durée invariable. L'année est plus courte aujourd'hui de quelques secondes qu'elle ne l'était au temps d'Hipparque, et un homme qui mourrait centenaire aujourd'hui aurait vécu certainement quelques minutes de *moins* qu'un centenaire du commencement de notre ère : ce serait à peu près un quart d'heure de moins.

Je saisis cette occasion de dire et de répéter qu'il n'y a qu'une durée invariable dans le monde, c'est le jour. Questionnez la première personne venue, et demandez-lui ce que c'est qu'un siècle ; elle vous répondra que le siècle est de cent ans. Continuez : elle ajoutera que l'année est composée de trois cent soixante-cinq

jours et un quart. — Et le jour? — Le jour est de vingt-quatre heures. — Et l'heure? — L'heure est de soixante minutes. — Et la minute? — Elle vaut soixante secondes. — Puis on remonte de la seconde à la minute, à l'heure, au jour, à l'année, au siècle, sans rien définir de précis. Il est tel dictionnaire où vous trouvez le mot de *Cochinchine* défini par ces mots : pays des Cochinchinois; ensuite au mot *Cochinchinois* vous trouvez : Cochinchinois, habitant de la Cochinchine! C'est ce que les Grecs appelaient *retomber sur soi-même*, et ce que nous désignons, je ne sais pourquoi, par l'expression de *cercle vicieux*. Pour éviter ce grave inconvénient dans la mesure du temps, partez toujours de la durée du jour, qui est invariable, et évaluez tout en jours; le jour ne sera donc pas définissable; c'est une période donnée par la nature, ensuite l'heure sera la 24e partie de cette durée, et la seconde en sera la 86,400e partie; de même l'année sera, dans chaque siècle, d'un certain nombre de jours avec une fraction; enfin le siècle sera de cent ans, et la révolution du ciel au travers des saisons sera de vingt-six fois dix siècles environ.

Au moment où Newton eut établi la marche des planètes dans des orbites presque circulaires dont le soleil n'occupe pas le centre, il entrevit que l'action mutuelle de tous ces corps s'attirant réciproquement devait fausser leur marche régulière, et tout le monde sait qu'il eut la singulière idée qu'un jour le monde aurait besoin d'une main réparatrice. Leibnitz combattit vivement cette présomption en remarquant que la puissance créatrice qui avait tiré le monde du néant devait

être présumée assez sage pour avoir su pourvoir à sa conservation. Depuis lors, l'analyse mathématique entre les mains de Laplace a donné raison à Leibnitz, mais avec de curieux accessoires que la science mathématique livre aux métaphysiciens, aux philosophes, aux théologiens, pour en faire tel usage qu'ils jugeront à propos. D'abord la distance de chaque planète au soleil est invariable aussi bien que son année. Il reste de variable la position plus ou moins centrale du soleil, que l'on appelle l'excentricité, et la position de l'orbite, qui peut varier un peu en se rapprochant ou en s'éloignant du plan que cette orbite occupait à une époque prise pour point de départ. Or il résulte des calculs mathématiques de Laplace que toutes les planètes sont solidaires entre elles, et que quand l'une perfectionne en rondeur la route qu'elle trace autour du soleil, il doit y en avoir par compensation une autre qui fausse de plus en plus le cercle qu'elle décrit autour de cet astre pendant une de ses années. On peut en dire autant des inclinaisons. Si l'une des planètes écarte le plan de son orbite de la position moyenne de toutes ces orbites, il doit y en avoir une autre qui, par compensation, ramène le plan de son orbite plus près de cette moyenne générale. C'est une espèce de banque du désordre, lequel ne peut atteindre à une limite dangereuse; mais aussi les compensations dont nous avons parlé font que ce désordre, tout petit qu'il soit, ne peut jamais disparaître. Pourquoi ce petit désordre d'excentricités et d'inclinaisons? d'où est-il venu? La cause en est-elle contemporaine de la formation même de notre soleil en masse distincte au sein de la matière

nébuleuse qui s'est divisée en soleils? Convient-il qu'il y ait dans le monde une imperfection, même petite, et la compensation de ce désordre ne serait-elle point dans un soleil solidaire du nôtre et tournant sur lui-même en sens contraire, en sorte que son petit désordre étant en sens contraire au petit désordre de notre système solaire, le tout par compensation pût être regardé comme parfait dans son ensemble? J'avoue qu'à tort peut-être de semblables questions me touchent peu; mais comme après tout les considérations métaphysiques ont souvent mis sur la voie de découvertes importantes, rien n'empêche que l'on pousse aussi loin que possible les déductions *probables* d'une idée quelconque. On devra se regarder comme d'autant plus heureux d'avoir trouvé quelque chose par ce moyen, que l'on se croyait moins sur la route qui devait conduire à un fait positif.

Une conséquence remarquable de cette solidarité de toutes les planètes est que si dans la somme des excentricités une grande partie du désordre total tombait sur une seule planète, comme par exemple sur Mercure, qui est déjà fort excentrique, son orbite pourrait toucher le soleil par un de ses bouts, et qu'alors cette planète s'identifierait avec le soleil, qu'elle augmenterait du reste bien peu. Mathématiquement parlant, rien ne s'oppose à ce qu'il en soit ainsi, mais nous en avons encore pour bien des générations d'hommes avant que nos astronomes soient témoins d'une telle catastrophe. En prenant dans la *Connaissance des Temps* de 1843 la table des excentricités et des inclinaisons que M. Le Verrier a calculées pour deux cent mille ans,

savoir : cent mille ans avant et cent mille ans après l'an 1800, pour les quatre planètes Mercure, Vénus, la terre et Mars, on ne voit rien qui autorise une crainte sérieuse pour Mercure, et même jusqu'à l'an 101800 son orbite se perfectionne et l'excentricité diminue un peu. Vers l'an 11800, l'orbite de Vénus sera un cercle parfait, ce qui aura lieu pour la terre environ dans 25,000 ans d'ici. Quant à Mars, il n'y a rien de remarquable. Laplace a beaucoup insisté sur cette merveilleuse qualité que possèdent les formules astronomiques de prédire l'avenir et de savoir le passé, mais ces symboles transcendants ne rendent leurs oracles qu'à ceux qui savent les consulter, et peu de génies sont de force à voir dans leurs inextricables complications ce qu'elles ont à dire à la science curieuse. Une seule remarque fera voir cependant comment l'héritage des siècles s'enrichit de jour en jour : c'est que dès qu'une vérité a été reconnue, elle est désormais acquise au trésor de l'intelligence humaine et ne rentrera plus dans le domaine malheureusement si vaste de l'inconnu, sans compter le domaine encore plus grand de l'*inconnaissable*, c'est-à-dire des notions qui seront à jamais inaccessibles à l'homme des siècles futurs, comme elles l'ont été à l'homme des siècles passés.

Tâchons de donner une idée de la manière dont on peut tirer des formules ces déductions, qui font tant d'honneur à la science. En général le monde est organisé dans un état de balancement ou d'équilibre qui, sans être la régularité parfaite, revient périodiquement à son ancien état et par suite brave la durée des siècles. Ainsi les petites altérations dans la marche des

planètes se compensent au bout de longues périodes et ramènent le système à son point de départ. On avait pu présumer que le soleil, qui d'année en année vient un peu moins près de nos têtes au premier jour de l'été, ne finît par rester dans l'équateur et ne nous amenât un beau printemps perpétuel, très-poétique sans doute, mais très-peu favorable aux besoins des peuples qui veulent des blés mûrs, des raisins et des fruits. On connaît la boutade d'Horace Walpole, qui déclarait qu'en Angleterre tous les fruits sont *verts*, excepté ceux qui sont cuits. Le jeu de mots, fort mal rendu en français, porte sur le mot de fruits verts, qui en anglais signifie aussi *fruits non mûrs* (*unripe*). Le même Walpole disait qu'en son pays le meilleur soleil de printemps est fait de bon charbon de terre de Newcastle. Après cela, laissons les poëtes vanter les charmes de la saison des giboulées. « J'oserais croire, dit Virgile, qu'à l'origine du monde ce sont les jours égaux aux nuits qui ont éclairé la nature de leur douce lumière. » Il *régnait un printemps perpétuel*, et les tièdes zéphyrs caressaient des fleurs qui naissaient sans être semées:

> Ver erat æternum, placidique tepentibus auris
> Mulcebant zephyri natos sine semine flores.

Ces deux vers sont d'Ovide. Sans doute l'homme enchanté respirait les parfums de ces fleurs et mangeait l'herbe qui les portait! Tout nous ramène forcément, sinon à l'optimisme, du moins à cette vérité qu'il est bien difficile, non-seulement de faire mieux que ce monde que nous critiquons tant et si légèrement, mais

encore de faire autrement. L'auteur si profond de *Candide* me fournirait lui-même au besoin bien des traits à l'appui de cette assertion. Il faut donc que l'homme songe à profiter des avantages du monde actuel sans rêver un ordre *meilleur*, qui probablement ne le serait pas du tout. Si je ne craignais pas de faire de la politique servile, chose impardonnable en France, où tout est bien, hors ce qu'on a, je dirais aux utopistes avec Laplace lui-même : Il y a quelque chose de pis que la constitution actuelle de la société, dont vous vous plaignez : c'est de ne pas en avoir du tout !

La présente transition nous amène au seul exemple donné par Laplace de cette outrecuidance d'Alphonse, roi de Castille, astronome couronné, qui, lassé des épicycles compliqués de Ptolémée, affirmait que, s'il eût assisté au conseil de Dieu au moment de la création du monde, il lui eût donné de bons avis relativement à la simplicité qui lui paraissait devoir être un attribut indispensable d'une si belle œuvre. Le grand Newton lui-même n'a pas dédaigné de remarquer que la simplicité que ses lois introduisaient dans le système du monde pouvait satisfaire même le roi Alphonse. Or donc un jour, un seul jour, Laplace se mit à l'œuvre pour améliorer *l'état de choses* astronomique actuel. Admettant que la lune est faite pour diminuer l'obscurité de la nuit, il voulut avoir continuellement pleine lune. Il plaça donc notre satellite à l'opposite du soleil, et il lui donna un mouvement assez lent pour qu'il restât toujours ainsi. A la vérité, il fallut éloigner considérablement la lune et diminuer par là son éclat illuminateur. Enfin, vaille que vaille, Laplace obtint un petit clair de lune

permanent et une petite lune toujours pleine. C'est un des curieux chapitres de la *Mécanique céleste*. Malheureusement l'état de cette lune hypothétique, sortie de la pensée d'un mathématicien, n'avait rien de stable. Un Italien, l'abbé Caraffa, éleva des doutes sur la permanence de l'état de pleine lune continuelle admis comme possible par Laplace. Notre confrère M. Liouville appliqua à ce problème ses puissantes facultés analytiques, et il reconnut, sans laisser aucune place au doute, l'impossibilité de l'hypothèse admise par Laplace. Après avoir été pendant plusieurs années à l'état de pleine lune, notre satellite resterait en retard, et finirait par avoir des phases comme il en a aujourd'hui. Tout ce qu'on aurait gagné, ce serait une lumière affaiblie et des mouvements tellement lents, qu'ils ne pourraient plus servir aux marins pour se guider sur l'Océan. Mais n'anticipons pas sur la suite de cette exposition.

Ce serait être injuste à l'égard d'un génie de premier ordre comme Laplace que d'indiquer un côté faible de ses œuvres sans mettre en lumière un grand nombre de traits de génie qui l'ont placé de pair avec Newton, sauf la priorité du génie anglais. C'est précisément des lois de cosinus, qui règlent le ciel entier, que Laplace a tiré les belles vérités qu'il nous a révélées relativement à la stabilité du système du monde. Le cosinus, cette transcendante régulatrice de l'univers, nous offre, quand on l'étudie mathématiquement, une valeur qui ne dépasse jamais une certaine quantité fixe. Le temps et les siècles, qui accumulent les cercles et les révolutions des corps célestes, sont impuissants pour faire sortir le cosinus d'étroites limites que tout le monde sait être

l'unité en plus ou en moins. Il en résulte que puisque les perturbations dépendent de cette transcendante analytique, elles ne peuvent dépasser d'étroites limites, et qu'après avoir atteint un maximum peu prononcé, elles reviennent vers l'état normal en s'affaiblissant, et balancent ainsi le monde solaire entre des états peu différents de l'état moyen, qui est ainsi reconnu aussi stable que s'il n'eût pas eu à subir ces légères modifications transitoires. Laplace n'a reconnu aucune cause permanente d'altération dans l'univers. Il en a donc, contre l'opinion même de Newton, assuré à jamais la stabilité. Quel admirable exemple de la puissance des formules infinitésimales, quand elles sont entre les mains du génie! Combien l'intelligence de l'homme se relève, quand elle peut ainsi planer au-dessus du monde entier en maîtrisant l'espace, la matière et le temps, ces trois grands principes de la nature physique!

Si, après de si nobles contemplations, on pouvait donner quelque attention à la sécurité des voyageurs qui traversent l'Océan,

> Le corps, cette guenille, est-il d'une importance
> A pouvoir mériter seulement qu'on y pense?

je dirais que Laplace est parvenu à enchaîner tellement notre lune dans ses équations, qu'on peut utilement la faire servir à trouver la position d'un navire loin de tout aspect de la côte. Arago déclare nettement que, par sa théorie de la lune, Laplace s'est mis au rang des bienfaiteurs de l'humanité, et personne ne contestera son assertion. On sait tout ce que Newton avait inutilement tenté en théorie et en pratique pour arriver à

ce résultat. Euler avait perdu un œil à force de travail nocturne dans ces calculs lunaires.

Enfin Laplace vint!

Maintenant, grâce à lui, la *Connaissance des Temps* de France, le *Nautical Almanack* d'Angleterre, et, depuis peu, une troisième éphéméride, imprimée et calculée en Amérique, donnent chaque jour et chaque heure la position de la lune, et par suite la longitude du navire qui observe à un instant quelconque la distance de la lune à une étoile ou à une planète comprise dans les éphémérides françaises, anglaises ou américaines. Si la terre, comme Jupiter, eût eu quatre lunes au lieu d'une, et surtout des lunes marchant rapidement, comme celles de Jupiter, le problème des longitudes n'eût pas arrêté l'esprit humain jusqu'au commencement de ce siècle, et il n'eût pas été besoin d'un Laplace pour en surmonter les difficultés. L'idée de l'emploi des lunes de Jupiter pour la longitude à l'usage des navigateurs des océans de cette planète appartient à Huygens, qui l'a indiquée avant la fin de l'avant-dernier siècle. Une comparaison établie par Arago entre les résultats obtenus par l'observation de la lune et par la méthode des montres marines, toujours susceptibles de dérangements, a prononcé en faveur des observations lunaires, et donné un nouveau prix à la théorie mathématique de notre satellite, laquelle cependant laisse encore beaucoup à désirer, car elle ne peut répondre des mouvements de la lune que pour quelques dizaines d'années, tandis que c'est par dizaines de siècles que l'on compte les périodes qu'embrasse la théo-

rie des planètes et surtout du soleil, comme on peut le voir par la belle publication que vient de faire M. Le Verrier sur la théorie de notre astre central, en tenant compte de toutes les influences perturbatrices même les plus minimes.

Lorsqu'on dit aux personnes non initiées aux recherches astronomiques que sérieusement les savants ont pu se préoccuper si dans quelques millions de siècles la lune ne tombera pas sur la terre, cette sollicitude leur paraît bien peu fondée. Avant ce temps, que de générations, que de dynasties, que de peuples auront passé sur notre globe! La race humaine elle-même est-elle assurée d'un avenir si lointain? On sait, dit Lucrèce, qu'il est dans les destins qu'un jour viendra où la mer, la terre et le palais céleste s'embraseront, et où la masse entière du monde s'écrasera sous ses propres ruines. Ailleurs il spécifie que, malgré la différence de nature des eaux de la terre et du ciel, tout périra en un même jour, et que la charpente ébranlée du monde se dissoudra, après avoir résisté à la destruction pendant un grand nombre d'années. Heureusement pour lui, le prophète de malheur n'a pas indiqué le moment précis de la catastrophe. Il n'a donc pas eu la crainte de se voir démenti par le fait, quoiqu'il dise expressément que rien ne peut empêcher la fin du monde d'arriver au moment même où il parle. Il faut mettre ces pronostics à côté des calculs qui nous annoncent le retour de la fameuse comète de 1811 pour l'an 4876, c'est-à-dire dans trois mille ans, ou bien avec l'annonce du retour de celle de Mauvais, qui reparaîtra indubitablement l'an 103894 de notre ère. Un érudit me

demandait mon avis sur les passages de Lucrèce : je répondis que les vers me paraissaient beaux ; mais la poésie n'a pas, comme les sciences exactes, la vérité pour but unique, et par suite son autorité mathématique est assez faible. Remarquons que le sérieux de la question n'était pas de savoir si la lune tomberait, et quand cela devait arriver, mais bien de savoir si sa chûte était *possible*.

La question de la chute possible de la lune avait un côté vraiment scientifique que l'éminent esprit d'Arago n'a point perdu de vue dans son rapport sur la réimpression aux frais de l'État des œuvres de Laplace. On voyait de siècle en siècle la lune se rapprocher un peu de la terre et son mouvement s'accélérer ; mais la cause de ces curieux phénomènes était inconnue. Laplace réussit, non sans un rude travail, à la découvrir, et il en conclut que si l'attraction ne se transmet pas momentanément dans l'espace, on ne peut pas lui supposer une vitesse moindre que cinquante millions de fois celle de la lumière, qui cependant est telle, qu'un rayon lumineux ferait en une seconde sept ou huit fois le tour de la terre. Dois-je redire que c'est avec les mêmes moyens mathématiques que Laplace établit que la lune, après s'être un peu approchée de la terre, s'en éloignera ensuite ? Je crois me souvenir qu'à l'inspection de la table de M. Le Verrier, qui donne pour deux cent mille ans les excentricités des planètes voisines du soleil, on trouve que c'est à peu près dans vingt-cinq mille ans d'ici que la lune commencera à opérer son mouvement de retraite en s'éloignant de la terre ; mais si elle fût tombée, c'eût été bien plus poétique ! On voit donc

qu'en général l'analyse mathématique et la poésie sont en grand désaccord quand il s'agit d'opérer ou de craindre la chimère qui n'a de réel que son nom, *la fin du monde!* Bien des siècles encore après notre incomparable poëte Béranger, on pourra dire :

Finissons-en, le monde est assez vieux!

La ficelle du misérable cerf-volant ne cassera pas. Il n'y a aucun espoir de dramatique de ce côté-là. Il ne reste au fond des choses que l'éternelle fluctuation des petits effets mesurés par les formules cosinusoïdales.

Mais voilà assez de résultats de l'analyse. Passons, pour terminer, au livre de l'ancien lord chancelier de l'Angleterre, Henri Brougham.

Les Anglais ont publié beaucoup d'ouvrages de mérite sur la théologie naturelle. Ainsi que le titre l'indique, la théologie de la nature a pour objet l'étude de toutes les inductions que la constitution du monde peut permettre de tirer relativement à la cause première qui l'a créé et organisé. En ce sens et sans le vouloir, Laplace a travaillé pour la théologie naturelle en dévoilant les belles lois qu'il a pu saisir à l'aide de son génie mathématique. Parmi tous les auteurs anglais qui ont traité ce sujet, un des premiers rangs est assigné à William Paley, dont l'ouvrage a été traduit en français il y a quelques années. Lord Brougham a honoré la théologie naturelle de Paley de dissertations accessoires qui ont paru en 1839 en deux volumes dignes d'une intelligence de premier rang (*of first rate*) comme la sienne. Après des articles de longue haleine sur l'instinct et sur l'intelligence, on y trouve un traité complet sur

l'art de bâtir que les abeilles mettent en œuvre pour leurs cellules. Ces insectes se montrent d'excellents mathématiciens dans leurs constructions, sans avoir eu besoin de passer par notre célèbre École Polytechnique. Lord Brougham se montre lui-même un très-bon géomètre en mettant en évidence tout l'art de ces ouvriers d'instinct qui donnent à leurs cellules

> Cette forme élégante ainsi que régulière,
> Qui ménage l'espace autant que la matière,

comme l'a dit Delille, descripteur patenté du Parnasse. Après le traité sur les cellules viennent plusieurs traités remarquables sur des questions de métaphysique morale et religieuse, puis une belle revue des travaux de Cuvier et de ses successeurs sur la nature fossile avec les déductions relatives à la théologie naturelle. Ce traité mériterait à lui seul une étude spéciale, et il marque l'état de la science à l'époque où il a été écrit. Il y a d'excellents jalons pour la distribution géographique des espèces antédiluviennes. Enfin vient une étude solide du fameux ouvrage de Newton sur la philosophie naturelle. Ce dernier traité, tout mathématique, nous montre lord Brougham sous un jour nouveau. Ce n'est plus l'homme d'État qui a honoré, par ses lumières, son désintéressement et des réformes importantes, les fonctions de lord chancelier; ce n'est plus l'orateur éloquent du barreau et de la tribune; ce n'est plus l'homme de salon dans lequel le bon sens brille à côté et à l'égal de l'esprit français (qu'on me passe ce terme peu modeste ici); ce n'est plus l'expérimentateur opticien, suivant moi, un peu aventureux en théo-

rie, s'il est inattaquable dans les faits qu'il découvre : c'est un vrai et profond mathématicien qui, tout en prenant Newton pour guide, marché comme Lagrange avec le raisonnement, qui donne la clarté, et le calcul, qui donne la force. Il y a quelques mois, lord Brougham a publié à part cette belle étude sur le livre de Newton en collaboration avec un jeune gradué de l'université de Cambridge, M. E.-J. Routh. La participation du noble lord à cette nouvelle édition n'est point purement nominale, comme on aurait pu le présumer, et sérieusement il est à regretter que les mathématiques n'aient pas été une occupation professionnelle pour le célèbre chancelier du royaume-uni. On trouve dans ce volume, sur la métaphysique des forces et sur l'historique des diverses parties de la mécanique céleste, d'utiles notions qu'on chercherait vainement ailleurs. L'auteur pense et fait penser. Il est toujours positif, clair et profond. Je me hasarderai à dire qu'une étude pareille, faite d'après un plan bien arrêté, sur tous les écrivains qui ont fait avancer la science du système du monde, si elle était accomplie par le collaborateur du noble lord et suivant la méthode de celui-ci, serait un précieux présent fait au monde astronomique. On voit du reste que la comparaison des méthodes et la science des résultats obtenus par chaque auteur sont familières aux collaborateurs de l'*Analytical Wiew*. A l'étonnement que j'eus, il y a quinze ans, de trouver dans lord Brougham un mathématicien sous la toge d'un homme d'État, s'est joint, il y a quelques mois, celui de le retrouver dans toute son énergie primitive. Longue vie au noble lord et félicitations sur son dernier ouvrage !

Peut-être que sans la récente publication du livre de lord Brougham, je ne me serais pas encore décidé à terminer la présente étude, où il m'a fallu choisir, comme on le pense bien, entre un grand nombre d'exemples de l'emploi des mathématiques transcendantes. La théorie des probabilités, la mécanique rationnelle, la physique, auraient pu m'offrir de belles applications; mais ces objets sont moins généralement connus que les astres, et m'auraient forcé de supposer ou de rappeler un plus grand nombre de notions préliminaires. En somme, j'ai dit ce que je voulais dire, et pour toute excuse vis-à-vis du lecteur, je lui suggérerai ce conseil que donne Jean-Baptiste Rousseau pour abréger les écrits peu amusants :

Rendons-les courts en ne les lisant point !

(Mai 1856.)

LA VIE

AUX

DIVERS AGES DE LA TERRE.

LA VIE

AUX

DIVERS AGES DE LA TERRE.

I.

La *longévité humaine*, la *quantité de vie sur le globe*, l'*époque de l'introduction de la vie sur notre planète*, ce sont là diverses questions sur lesquelles l'attention du public a été appelée récemment (1), et dont je voudrais dire quelques mots, en m'arrêtant de préférence aux deux dernières, qui s'écartent moins du cercle habituel de mes études. L'occasion s'offrira ainsi d'indiquer ce que l'état actuel de la science expérimentale peut nous faire espérer sur la solution de quelques problèmes jugés jusqu'ici hors de la portée de l'esprit humain.

La recherche des limites de la vie et des moyens de la prolonger intéresse tout homme sur lequel la crainte

(1) Par le livre de M. Flourens, *de la Longévité humaine et de la quantité de vie sur le globe*, 3e édition. Paris, 1856.

ou l'espérance, la curiosité ou la science, peuvent avoir prise, c'est-à-dire le genre humain tout entier. Si, comme l'a dit Franklin, le temps est l'étoffe de la vie, cette étoffe, fût-ce même la guenille de Molière, nous est chère, et depuis que notre mère Ève a préféré la science aux jouissances du bien-être matériel, le genre humain a toujours été plus sensible à la curiosité et à l'émotion qu'attaché à la possession calme des avantages obtenus. Les chercheurs de la pierre philosophale se proposaient deux choses : faire de l'or pour acquérir ce qui représente tous les agréments de la société, et ensuite obtenir la perpétuité de la vie et de la santé pour jouir indéfiniment de ces biens. En compulsant tous les vœux et toutes les prières adressées au ciel, soit païen, soit chrétien, on retrouve toujours les mêmes demandes et les mêmes désirs. C'est le mot d'Horace :

Det vitam, det opes.

De même, dans les consultations réclamées des oracles et des devins, il est rare que les deux objets de la pierre philosophale n'entrent pour une bonne part. Telle est la physiologie de l'âme humaine ; au lieu de définir avec les naturalistes l'homme comme étant l'animal à deux pieds et à deux mains, on aurait pu le caractériser par le désir de connaître l'avenir, et surtout, dans cet avenir, la durée de la carrière qui lui est réservée parmi les vivants.

En traçant les conditions de la longévité et en assignant les limites de la vie, M. Flourens, sous plusieurs points de vue, a contribué notablement, nous le croyons, à reculer ces limites pour un grand nombre d'esprits

inquiets qui trouvent dans l'*hygiène de l'espérance* une véritable pierre philosophale. M. Flourens débute par l'exemple de Cornaro, qui voulut mourir centenaire, et qui y parvint au moyen d'une vie exempte d'excès. La Providence, selon le savant académicien, a voulu donner à l'homme une *vie séculaire*. « Avec nos mœurs, nos passions, nos misères, l'homme ne meurt pas, il se tue. » Là, comme dans bien des choses, vouloir c'est pouvoir. Dans le cadre des événements dont j'ai été témoin moi-même, je puis citer M. D....., qui, consultant, il y a longues années, un célèbre médecin français, reçut cette réponse peu agréable : « Vous mourrez bientôt. — Mais n'est-il aucun moyen de conjurer cette fatalité? — Oui, mais le moyen est au-dessus de vos forces. — Comment? — Il vous faudrait un régime que vous n'aurez pas le courage et la volonté constante de suivre. — Je voudrai. — J'en doute. — Je voudrai, vous dis-je, répondit le long, pâle et faible malade. — A ce prix, vous vivrez. » Or M. D..... vit encore après plusieurs décades d'années écoulées depuis la consultation, et le régime sévère auquel il a eu le courage de se soumettre l'a préservé.

Je n'ai pas besoin de dire que l'ouvrage de M. Flourens est non-seulement un livre scientifique dans les chapitres où il traite de la physiologie, de la psychologie, de la pathologie et de l'hygiène de la vieillesse, mais encore un livre moral, en ce qu'il met la longévité au prix du renoncement à tout excès et à toute passion désordonnée, et qu'il admet l'hygiène ou la santé de l'âme comme aussi essentielle à la longévité que celle du corps. C'est le μηδὲν ἄγαν des sages de la Grèce,

lequel est traduit littéralement par le *rien de trop* de notre la Fontaine. Beaucoup de personnes se sont imaginé que ce n'était qu'au prix du renoncement à toutes les jouissances de la vie que M. Flourens obtenait une sorte d'impassibilité très-saine pour le corps, mais qui réduirait l'homme à une mort anticipée, en le condamnant à une sorte d'automatie imbécile qui ne lui permettrait de se préoccuper que de ce qui est bon ou nuisible à la santé. Cependant user, ce n'est pas abuser, et M. Flourens établit fort bien qu'en recherchant les avantages qui sont l'apanage de chaque période de la vie, il n'est guère d'âge qui ait quelque chose à envier à un autre âge. C'est surtout pour la vieillesse que l'auteur montre que l'homme est alors bien loin d'être déshérité, au physique et au moral, de tous les biens de la vie. Seulement il ne faut pas vouloir l'impossible, et, suivant le proverbe, « il faut chercher de l'eau dans son puits. »

Par de bonnes raisons physiologiques et anatomiques, M. Flourens prolonge, c'est son expression, la durée de la première enfance jusqu'à 10 ans. Il fixe le terme de l'adolescence à 20 ans, celui de la première jeunesse à 30, de la seconde jeunesse à 40 ans. Le premier âge viril va de 40 à 55, et le second de 55 à 70. L'âge viril est l'époque forte de la vie. A 70 ans commence la première vieillesse, qui s'étend jusqu'à 85 ans. A 85 ans commence la seconde et dernière vieillesse, dont le terme doit atteindre au moins le siècle entier. Les livres saints, plus généreux, portent la limite de la vie à 120 ans. *Erunt dies hominis centum vigenti annorum.*

Parmi les excellentes choses que contient le livre de

M. Flourens se trouve cette remarque importante, que, tandis que l'on a beaucoup parlé de l'influence du physique sur le moral, on a oublié de mentionner l'influence non moins puissante du moral sur le physique. En ce sens, la culture intellectuelle, qui donne la santé morale, est une véritable hygiène pour le corps. Le secret des cures merveilleuses que font beaucoup de charlatans est évidemment dû à ce puissant antidote *moral*, l'espérance, qu'ils administrent si libéralement et à si grandes doses. Dans les crises épidémiques, la consternation générale et la dépression des forces vitales qui s'ensuit agissent d'une manière désastreuse sur les populations concentrées, en sorte qu'une partie notable de ceux qui succombent meurent, non pas du fléau, mais bien de la peur. En disant aux vieillards qu'ils doivent atteindre 100 ans, et aux centenaires qu'ils peuvent à toute force arriver à deux siècles, M. Flourens ôte à la vieillesse toute préoccupation de fatalité inévitable. La Fontaine a dit :

Est-il un seul moment
Qui vous puisse assurer d'un second seulement ?

M. Flourens dit bien plus sagement : Est-il un âge si avancé qui ne vous laisse l'espoir d'en atteindre un plus avancé encore ?

L'homme de toutes les nations, de toutes les races et de tous les climats possède le même degré de longévité : c'est un point que M. Flourens admet avec Buffon. L'empereur Claude, dans l'orgueil de la pourpre romaine, disait insolemment que tout homme qui ne naissait pas roi était un sot : *Aut regem aut fatuum nasci*

oportere. Admettons que tout homme qui ne meurt pas centenaire est une dupe, et réglons-nous là-dessus! Cette assertion sur l'égale longévité dans tous les climats me paraissait contraire toutefois à ce qu'on raconte de la prétendue longévité des habitants du Nord. Je suis donc allé consulter là-dessus M. le capitaine d'Arpentigny, qui vient de publier la deuxième édition de son traité curieux de *la Science de la Main* ou *Chirognomonie*. C'est une des plus intéressantes études des rapports du moral au physique, science assez négligée de nos jours. M. d'Arpentigny est un excellent observateur; laissons-le parler. « En revenant de Russie, où j'étais prisonnier de guerre, j'avais pour guide de ma voiture ou chariot un centenaire fort actif. En passant près d'un champ à moitié moissonné, il nous offrit de nous montrer son père encore vivant. Nous vîmes assis sur quelques gerbes un vieillard que la décrépitude paraissait avoir respecté, ayant une très-belle et longue barbe blanche, et fixant ses yeux sur le soleil, qui était en ce moment très-vif et très-éclatant. Là-dessus on nous dit que depuis plusieurs années ce vieillard était aveugle; il avait alors 125 ans, et je remarquai avec étonnement que l'extrémité inférieure de sa barbe était noire; on nous dit que c'était à cause de son très-grand âge, et que c'était un signe de mort prochaine quand la barbe et les cheveux noircissaient ainsi, et que les dents repoussaient aux gens très-âgés. » M. d'Arpentigny remarque judicieusement que les centenaires fixent l'attention en Russie comme ailleurs. C'est donc un cas exceptionnel, et par suite la longévité n'y est pas plus grande que chez nous. Là, comme en France, c'est le

privilége de certaines familles, dont presque tous les individus atteignent un âge très-avancé.

Le genre de vie ne paraît pas non plus avoir beaucoup d'influence sur la longévité. Un célèbre magistrat anglais, qui avait occasion de voir à la barre de son tribunal un grand nombre de personnes, s'informait exactement de tous les vieillards quel avait été le régime qui leur avait si bien réussi. La seule chose qui se trouvât commune à tous, ce n'était pas un genre de vie spécial, c'était *l'habitude de se lever matin*. C'est donc une prescription hygiénique à ne pas oublier.

On trouve dans le livre de M. Flourens plusieurs données curieuses sur la longévité des animaux, et sur le rapport de la durée de la vie avec la durée de la croissance de l'animal. L'ouvrage est aussi utile par les erreurs qu'il détruit que par les vérités qu'il proclame. Je ne connais rien de certain, dit l'auteur, touchant la vie des oiseaux. Cependant le corbeau, le perroquet et le cygne paraissent pouvoir arriver à être centenaires. L'auteur admet encore qu'après l'âge ordinaire de 100 ans, la vie de l'homme peut se prolonger au double. Il cite l'exemple de Parr, qui vécut 152 ans et mourut d'accident, puis celui de Jenkins, qui arriva à 169 ans et qui fut appelé un jour à rendre témoignage sur un fait dont la date remontait à 140 ans. On lui consacra une pierre tumulaire dans l'église de sa commune natale, et j'ai récemment montré à l'Institut son portrait dans une vieille gravure, qui fut regardée avec empressement par toutes les personnes présentes à la séance.

M. Flourens indique les circonstances physiologiques qui lui servent à fixer la durée des divers âges dans la

vie de l'homme; j'omets ici les termes techniques. Il y a bien du temps que j'ai oublié mes études anatomiques et physiologiques avec Magendie. Un candidat (le candidat est toujours au moins bienveillant, sinon flatteur, pour l'académicien dont il demande la voix), un candidat, dis-je, me rappelait que nous avions assisté ensemble aux leçons expérimentales de l'illustre maître, et me demandait si j'avais continué à suivre les progrès de la physiologie depuis cette époque. Je lui répondis que j'étais en physiologie de la même force que l'était M. Ampère aux échecs, c'est-à-dire *que je n'étais d'aucune force* (1). Qu'il me soit permis cependant, malgré mon incompétence, d'insister, d'accord avec M. Flourens, sur la force vitale qui réside en chaque individu, et qui fait que la santé n'est pas un état incertain et instable toujours prêt à faire place à la maladie. Non, l'être vivant a été sagement organisé pour sa conservation, et s'il survient quelque dérangement, il tend à reprendre sa condition normale et fixe, qui est la santé. Je ne connais pas d'état plus malheureux que celui de malade imaginaire; c'est presque une monomanie flottant continuellement entre la crainte et les remèdes,

---

(1) Il faut savoir que ce profond savant avait quelques prétentions à bien jouer ce que Delille appelle

..... le jeu rêveur qu'inventa Palamède.

Il consultait un jour en ces termes un naïf employé du café de la Régence : « Vous êtes de première force aux échecs? — Oui, monsieur; mais il y a encore deux ou trois personnes qui sont au-dessus de moi. — Quels sont ceux de deuxième force? — MM. tels et tels. — Et ceux de troisième force? »

sans sortir du malheur. Je doute que la grande autorité du secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences guérisse aucun de ces infortunés.

II.

Le livre de M. Flourens contient deux autres parties, l'une relative à *la quantité de vie sur notre globe*, et la seconde à *l'apparition de la vie sur cette planète*. Buffon avait déjà admis que la quantité de vie qui existe *sur la terre est toujours la même;* on sait que Buffon, comme plusieurs penseurs de son époque, admettait un certain nombre de particules organiques qui étaient indestructibles, et qui formaient par leur ensemble la masse totale de vitalité existant sur notre terre. Nous savons si peu de chose sur la nature de la force vitale, que la théorie de Buffon et des naturalistes de son temps

---

L'employé désigne un grand nombre de personnes sans y comprendre M. Ampère. « Et moi? dit timidement celui-ci, de quelle force suis-je? — Oh! vous, monsieur, repondit le candide interlocuteur, vous *n'êtes d'aucune force.* » Or voici le sens moral de mon récit : c'est d'arriver, à propos d'échecs, à rectifier l'énorme bévue faite par mon apprenti-géomètre, et dont j'ai très-étourdiment endossé la responsabilité dans l'étude sur les *calculs transcendants*. En additionnant tous les grains de blé de chaque case, on trouve : 18,446,744,073,709, 551,615 grains, lesquels à raison de 1,800,000 grains par hectolitre, donneraient 10,248,191,152,000 hectolitres, qui, à 10 francs seulement l'hectolitre, vaudraient 102,482 milliards. Voilà la rectification qui m'a été indiquée par plusieurs correspondants bénévoles, que je remercie sincèrement.

a toujours paru fort hypothétique. L'observation nous montre clairement une différence tranchée entre les phénomènes de la vitalité et ceux de la nature inorganique compris dans les lois de la mécanique, de la physique et de la chimie; mais la personnification, l'individualité de la force vitale nous échappe aussi bien que l'essence de la volonté animale ou de l'âme humaine. M. Flourens, rejetant les molécules organiques de Buffon, s'exprime ainsi : « J'étudie la *vie* dans les *êtres vivants*, et je trouve deux choses : la première, que le nombre des *espèces* va toujours en diminuant depuis qu'il y a des animaux sur le globe, et la seconde, que le nombre des *individus* dans certaines *espèces* va toujours en croissant, de sorte que, à tout prendre et bien compté, le *total de la quantité de vie*, j'entends *le total de la quantité des êtres vivants*, reste toujours en effet, comme le dit Buffon, à peu près le même. » A mon tour, je ne vois pas quelle mesure, quelle pesée, quelle estime quantitative on peut faire de la vie pour affirmer quelle est à peu près toujours la même. La prédominance de l'homme et des animaux domestiques qu'il fait subsister autour de lui semblerait faire penser que la vitalité terrestre s'augmente de jour en jour. M. Flourens trace ici un beau tableau des espèces anéanties depuis les temps historiques. La race sauvage du bœuf, du cheval, du chameau, du chien, a disparu. On peut ajouter que le mouton et la chèvre ne sont que des domestications fort douteuses du moufflon et du bouquetin. Le loup a disparu de l'Angleterre, et il tend à disparaître de la France. Suit un tableau encore plus brillant des espèces antédiluviennes qui

ont abandonné notre terre depuis un temps plus ou moins long : le mammouth, le mastodonte, dont on exploite encore l'ivoire fossile, le dinothérium, le mégathérium, tous gigantesques. Enfin la conclusion remarquable de M. Flourens est qu'à part l'homme, toutes les espèces actuelles existaient dans le monde primitif. Il faut lire dans son livre cette savante exposition, où la question est nettement posée, les faits interprétés sans ambiguïté, et d'où il résulte enfin que par rapport au nombre des espèces et à leurs variétés les êtres vivants actuels ne sont qu'un reliquat assez pauvre en espèces, s'il est riche en individus (1). J'omets mille belles pensées et des dissertations fondamentales sur les générations spontanées, les germes préexistants. Il faut tout lire et tout méditer dans l'ouvrage de M. Flourens, et ce n'est pas seulement un livre de compilation et de réflexions sur des faits étrangers à l'auteur : on y trouve le résultat de plusieurs recherches expérimentales qui lui appartiennent sur le croisement des espèces, sur le type propre à chacune, sur l'évolution des parties constituantes des animaux et notamment des os. Dans la troisième partie, les théories géologiques sont clairement exposées, quoique en peu de mots, et la date récente de l'état actuel du globe est mise en évidence.

Ainsi que nous venons de le dire, M. Flourens admet la fixité et l'immutabilité des espèces animales, et le

(1) M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire donne pour le recensement de la nature vivante d'aujourd'hui deux cent soixante mille êtres distincts, tant animaux que végétaux.

monde organique actuel lui paraît, quant à leur nombre, bien inférieur à la population de la nature primitive. C'est assez humiliant pour notre époque. De plus, les espèces que nous possédons sont plus petites que les espèces antédiluviennes. L'éléphant seul soutient un peu l'honneur du monde actuel, mais il n'occupe plus comme autrefois la terre entière, du pôle à l'équateur. Je ne vois cependant pas, dans les dépouilles fossiles des mammifères, des reptiles et des poissons les plus gigantesques, rien de comparable à nos baleines et à nos cétacés, dont la taille paraît atteindre quelquefois jusqu'à 100 mètres de longueur (1). Est-il dans tous les monstres antédiluviens, aquatiques ou continentaux, un squelette qui, dressé le long du portail de Notre-Dame de Paris, en dépasserait les tours de la moitié de leur hauteur? La terre de ce siècle n'est donc pas, sous le rapport de la vitalité dominant une grande masse de matière, en infériorité avec la terre des siècles antérieurs.

En admettant que toutes les espèces actuelles existaient dans le monde primitif, M. Flourens échappe à bien des difficultés que l'école opposée rencontre sur sa route. Sans vouloir me prononcer contre l'autorité du savant académicien, j'avoue que mes sympathies sont pour l'école de Geoffroy-Saint-Hilaire, qui nous

(1) Fait vivement contesté, quoique extrait textuellement de Lacépède (*Hist. nat. des Cétacés*). Je n'ai pu obtenir de nos naturalistes, et encore à grand'peine, que des baleines d'une dimension égale à la colonne de la place Vendôme (43 mètres). J'avais beau dire avec Molière : « Eh ! monsieur, un petit mulet ! »

montre les développements successifs des germes primitifs des espèces animales et végétales ; sous les influences extérieures, donnant naissance à des espèces nouvelles et réalisant une sorte de création moderne dont la sagesse industrieuse de la puissance créatrice a préparé d'avance la possibilité et les moyens. Elle a établi les lois de la nature à l'origine des choses, et elle les suit sans y déroger, puisqu'on ne peut pas admettre une imprévoyance de sa part ; c'est le *semel jussit, semper paret* de Sénèque. Dieu a ordonné une première fois, et il s'obéit ensuite toujours à lui-même. Abordons avec ces idées l'école de Geoffroy-Saint-Hilaire, qui admet expressément qu'il existe aujourdhui des espèces animales et végétales que le monde précédent ne possédait pas.

Quoique ayant suivi personnellement, et à l'époque où ils se sont produits, tous les débats des deux écoles que l'on désignait sous les noms de Cuvier et de Geoffroy-Saint-Hilaire, je n'entrerai point dans le fond de la discussion, que je voudrais voir traité par des autorités plus compétentes. L'école de Geoffroy, avec ses idées sur l'unité de composition, nous montre dans tous les êtres des organes rudimentaires, véritables pièces d'attente pour un développement tout autre que celui que des circonstances particulières ont fait suivre à l'espèce spéciale qu'on étudie. La théorie des analogies, des connexions et du balancement des organes, les vues exposées sur la signification et le rôle des organes rudimentaires, toute l'immense théorie des monstruosités qui décèlent les tendances de la nature quand elle est affranchie du joug des circonstances ordinaires, un étroit *finalisme* exclu

de la science, enfin ce que M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, son fils, caractérise nettement par les mots suivants : réfutation de l'hypothèse de l'immutabilité des espèces, influence modificatrice des circonstances extérieures, possibilité que les races actuelles descendent des races antiques (1): tous ces vastes travaux d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire et de son école nous invitent à transporter sous son buste, et au même titre, l'épigraphe inscrite sous celui de Buffon : *Génie de pair avec la majesté de la nature.*

Majestati naturæ par ingenium.

Écoutons M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire : « Rien de plus séduisant pour l'esprit, au premier abord, que la doctrine des causes finales; rien de plus contraire à la saine philosophie que les abus qu'on en a faits et qu'on en fait chaque jour encore. Les livres sont pleins de raisonnements où la puissance providentielle de Dieu est représentée comme intervenant dans la conservation des espèces, non par ces lois d'harmonie qu'elle a posées à l'origine des choses, mais par des soins apportés minutieusement et spécialement à chaque être... Au lieu d'observer ce que Dieu a fait, on ose imaginer ce qu'il a voulu faire. »

Beaucoup d'esprits timorés craignent qu'en reportant l'intervention de la puissance créatrice dans une sphère plus élevée et plus éloignée des phénomènes qui nous

(1) Voyez l'ouvrage de M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire : *Vie, travaux et doctrine scientifique d'Étienne Geoffroy-Saint-Hilaire*, Paris, 1847.

touchent pour ainsi dire, on n'ait l'intention de l'écarter tout à fait. Or le progrès des sciences, en montrant le faible de toutes les théories, a marché parfaitement en sens contraire de cette crainte. C'est un mauvais cadeau à faire à la suprême puissance que de lui mettre dans les mains les actions immédiates de la nature. Boileau a dit en vers : « Pour moi, je crois que c'est Dieu qui tonne ! » D'accord, mais pourquoi ne tonne-t-il pas en hiver, où les hommes sont aussi méchants qu'en été? Lucrèce, le philosophe païen, dit bien mieux : « On frémit sous les coups du tonnerre parce qu'on redoute d'être appelé subitement à rendre compte de sa vie ! » Mettre les météores dans les mains de la Divinité, c'est lui imposer la responsabilité de toutes les bizarreries intentionnelles et de toutes les maladresses de ces aveugles produits des lois de la nature. Chateaubriand a donné droit de cité dans le domaine de la littérature à ce vieux dicton : « Si Dieu a fait l'homme à son image, l'homme le lui a bien rendu. » C'est une profonde vérité jetée en riant. Hâtons-nous de dire que, comme Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire et son fils n'ont jamais manifesté aucune tendance à la prétention d'être ce que le siècle de Louis XIV appelait des *esprits forts*, et celui de Louis XV des *incrédules*, toute maligne interprétation de leurs paroles tomberait dans le domaine de la calomnie.

Voici un passage précis : « Les animaux sont-ils variables sous l'influence des circonstances?... La réponse ne saurait être douteuse ni à l'égard des individus, ni à l'égard des races et de ces groupes d'individus que nous appelons espèces. » M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire ajoute que c'est l'expérience seule qui peut tran-

cher la question. Il cite Bacon disant il y a deux siècles : « Tentez de faire *varier les espèces elles-mêmes, seul moyen de comprendre comment elles se sont diversifiées et multipliées.* » L'auteur conclut que la domestication et ses influences ont déjà réalisé l'idée de Bacon. Je ne suis pas de son avis. Il indique ensuite très-bien que si on joint aux effets des causes actuelles les effets de celles qu'ont introduites les révolutions physiques du globe, on ne sait plus où s'arrêter dans les conjectures. Dans l'état présent de nos connaissances sur la nature physique et sur la nature organique, il y a lieu de soumettre cette question à un examen expérimental.

Je ne puis résister au désir d'égayer mon sujet en indiquant de quelle manière on interprétait au commencement de ce siècle les idées de Lamarck sur les variations que les circonstances extérieures pouvaient amener dans les espèces. Prenez un cheval et placez son ratelier de plus en plus haut chaque jour ; l'animal, forcé de lever la tête chaque jour de plus en plus pour atteindre sa pâture, s'allongera le cou et les jambes de devant, et votre cheval deviendra un chameau ou une girafe. Placez une poule près d'un étang, avec la nécessité de se nourrir des poissons et des mollusques de l'eau : par suite des efforts qu'elle fera pour atteindre les objets sans se mouiller le corps, ses pattes s'allongeront, son cou et son bec subiront un allongement correspondant. Votre poule sera devenue un héron, le vrai héron de la Fontaine, *le héron au long bec, emmanché d'un long cou et allant sur ses longs pieds!* Je n'ai pas besoin de dire qu'il ne suffirait pas que la poule fût devenue héron, il faudrait, pour constituer

l'espèce, que la poule pût transmettre par voie de génération sa qualité de héron à ses descendants et la perpétuer indéfiniment. Quant au régime du cheval, rien n'aboutirait à faire d'un animal à pieds ensabotés un animal non solipède, sans compter mille et mille autres difficultés.

Revenant au côté sérieux de la question, et admettant, avec l'école de Geoffroy, « qu'il existe aujourd'hui sur notre globe des espèces inconnues au monde antédiluvien, » ce qui est l'opinion actuellement triomphante, comment introduirons-nous ces espèces dans le monde de nos jours? L'autorité de la Genèse est favorable à la production naturelle des êtres. C'est à la terre qu'il est ordonné de produire les plantes et les arbres, ensuite il est ordonné aux eaux de produire les poissons, puis de nouveau il est dit à la terre de produire les animaux. Ailleurs on trouve que tout a été créé à la fois par l'Eternel : *Qui vivit in æternum creavit omnia simul.* Donc pas de créations successives.

Certains « organisateurs de mondes » appellent, à chaque crise générale, la puissance créatrice à réparer les pertes qu'a éprouvées la création antérieure par un véritable supplément de création. A ce prix, j'aime encore mieux croire, avec M. Flourens, à l'immutabilité des espèces et à la diminution de leur nombre. La doctrine des créations successives, qui accuse la puissance suprême d'imprévoyance ou d'impuissance à préparer les changements de la vie sur notre globe, me paraît une vraie *réduction à l'absurde*. Homère, dit Cicéron, transportait aux dieux, dans ses fictions, les *choses* humaines : j'aimerais mieux qu'il eût transporté les *choses*

divines aux hommes! Toutes les fois que l'intelligence de l'homme veut essayer de comprendre la puissance créatrice, la voie de la raison lui crie : Monte, monte encore, monte toujours! Puis, quand elle est au plus haut point où elle peut atteindre, elle est encore aussi éloignée du but qu'au moment du départ. Les Athéniens avaient élevé une statue Θεῷ ἀγνώστῳ, mots que l'on traduit ainsi, avec saint Paul : Au dieu inconnu. Le vrai sens est littéralement : *Au dieu inconnaissable*, sens aussi profond qu'il est incontestablement vrai.

Je n'ai point à m'étendre d'ailleurs sur cette question de l'immutabilité des espèces après ce qui en a été dit dans une excellente étude (1), et où je regrette seulement de ne pas voir mentionné le singe fossile d'Athènes, dont tous les naturalistes ne parlent aujourd'hui qu'avec amour et passion (*con amore*). « Avez-vous vu le cinquième singe fossile, celui d'Athènes? — Pas encore. — Venez, allons-y tout de suite. — Mais je suis fort occupé d'un sujet tout à fait différent. — C'est un objet unique; allez-y dès que vous aurez un instant disponible. — Je n'y manquerai pas. »

D'où vient donc le débat entre les partisans de l'existence d'espèces nouvelles, ayant paru depuis la dernière catastrophe, et les partisans de l'opinion que toutes les espèces actuelles ont leurs représentants dans la nature fossile? Evidemment de ce que les uns admettent comme caractères essentiels de non-identité ce que les autres regardent comme de simples variétés, par exemple les différences qui, dans l'espèce humaine,

(1) *La Paléontologie*, par M. Laugel.

existent entre la race caucasique d'Europe et la race nègre d'Afrique. Je dois dire, pour n'omettre aucune des pièces du procès, que la doctrine moderne des développements embryonnaires semble favorable à la production d'espèces nouvelles. Pour sortir d'embarras sans interroger la paléontologie, l'embryogénie, la physiologie, l'anatomie et l'histoire naturelle, cherchons maintenant ce que l'expérience directe, absolue, ou, même encore plus modestement, ce qu'un plan d'expériences directes peut nous faire espérer de lumières dans un sujet si obscur.

III.

Abstraction faite de tout ce qui précède, je pose cette question hardie : la physiologie expérimentale peut-elle nous fournir des lumières pour la solution du problème de la fixité des espèces ou de leur altération fondamentale sous l'influence des agents extérieurs? Peut-on, en plaçant des plantes ou des animaux dans des atmosphères artificielles, avec des circonstances de chaleur, de lumière, d'humidité convenables, en modifier tellement la constitution, qu'il se produise des espèces nouvelles? En agissant sur des germes, des graines, des œufs, du frai, des embryons, obtiendrait-on d'autres espèces que celles qui, dans la nature de nos jours, résultent du développement de ces rudiments d'êtres vivants où brillent si merveilleusement l'art et l'industrie de la puissance créatrice? Ici le microscope, en sondant l'infiniment petit, rencontre encore plus de *dessein*, d'*intention*, de *fait-exprès*, que n'en peut conjecturer le télescope en sondant l'infiniment grand

des cieux, ces nuages de poussière céleste dont chaque grain est un soleil, et cet entassement de pareils nuages les uns derrière les autres, à une distance telle, qu'un rayon de lumière, qui en une seconde fait sept ou huit fois le tour de la terre, mettrait un *million d'années* (365,000,000 de jours!) à nous arriver des plus lointains de ces soleils visibles. Entre les questions qui se rapportent à la matière inerte et celles qui ont pour objet la nature vivante, soit végétale, soit animale, la différence de difficulté est immense, et les progrès très-inégaux que l'esprit humain a faits dans ces deux ordres de sciences sont là pour en attester l'inégale complication. L'étude microscopique du développement du germe d'un grain de blé surpasse tous les miracles du ciel des astres, et confirme le sens de ces deux beaux vers :

> Maximus in minimis certè Deus, et mihi major
> Quam vasto cœli in templo, astrorumque catervâ.

« C'est dans les petits objets que la puissance divine se montre la plus grande, plus grande que dans la vaste étendue du ciel et le cortége imposant des astres. »

J'ai déjà plusieurs fois dans ces *Études* mentionné les travaux de M. Ville (1), que l'Académie des Siences connaît et estime pour de nombreuses recherches de

(1) *Recherches expérimentales sur la végétation*, par M. Georges Ville; Paris, 1853.— *Mémoires* du même auteur, et *Rapports* à l'Académie des Sciences sur les travaux de M. Ville, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1855 et 1856.

physiologie végétale. Approuvées par les Rapports des Commissions nommées pour les juger, ces recherches ont été exécutées au moyen d'appareils de dimensions inusitées, qui permettent de faire vivre les plantes dans des atmosphères artificielles sans cesse entretenues à la même composition par des courants de gaz réglés avec la dernière précision, au moyen de réservoirs immenses gradués de même dans leur écoulement. L'air, les plantes, le sol sont ensuite analysés chimiquement, et contraignent la nature à répondre à cette question : Qu'as-tu fait ici? La tendance des travaux de M. Ville m'a toujours paru s'accorder on ne peut mieux avec la possibilité d'une solution du problème de la modification des espèces, soit végétales, soit animales. Les curieux résultats qu'il a obtenus dans des serres qu'il mettait au régime de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, et où les plantes prenaient un développement immense, ses travaux persévérants de physiologie végétale, ses opinions basées sur des faits observés, ses présomptions appuyées sur des analogies plausibles, tout me désignait M. Ville comme pouvant apprendre aux lecteurs de ces *Études* ce qu'on peut *espérer de savoir* sur la transformation des espèces autrement qu'on n'a pu le faire jusqu'ici en compulsant, à grands frais de temps, de voyages, de fouilles, etc., les annales de la nature écrites dans les débris des êtres qui ont peuplé la terre avant nous.

Malgré la répugnance de ce savant éminemment sérieux et positif à se lancer dans des spéculations anticipées ayant pour objet l'influence du monde ambiant sur les êtres vivants, j'ai pu obtenir de M. Ville une

conférence que je laisserai ici dans la forme même où elle a été notée à plusieurs reprises. Cette conférence répond à peu près à ce que les Anglais appellent *cross examination*. On désigne ainsi des *enquêtes à fond*, obtenues des personnes compétentes sur une matière donnée, et qui doivent fixer l'*opinion probable*, sinon la conviction pour tous les amis de la vérité. Ici c'est beaucoup d'entrevoir la possibilité d'une solution dans une question jugée par tous comme placée hors de la portée du génie de l'homme. Ce sera beaucoup si les esprits sérieux admettent que, grâce aux travaux et aux présomptions de M. Ville, nous faisons passer ces importantes questions du domaine de l'*inconnaissable* dans le domaine un peu moins désespéré de l'*inconnu*. Pauvre progrès! dira-t-on. Quoi! se féliciter d'être arrivé, comme Socrate, à savoir qu'on ne sait rien! Oui, mais avec ce correctif qu'on pourra peut-être savoir un jour. Comme j'ai à ménager ici les scrupules d'un jeune savant que je lance bien malgré lui dans une carrière qui répugne à ses habitudes, je citerai ces belles paroles de Newton qu'il applique à ses travaux sur le système du monde : « Dans une matière si abstruse, le lecteur est prié de ne pas tant songer à blâmer les erreurs qu'à faire des efforts ultérieurs pour arriver à la connaissance de la vérité. »

On ne peut trop redire que la force vitale dans les plantes et dans les animaux établit une différence tranchée entre les phénomènes de la vie et ceux que la matière inerte offre à nos observations. La matière purement matière obéit aux lois de la mécanique, de la physique et de la chimie, sans choix, sans exception,

sans dérogation aucune. Là tout est absolu. Dans les êtres vivants, au contraire, il y a une perpétuelle dérogation à ces lois. La volonté et l'organisme produisent le mouvement, les lois physiques de la matière y sont en défaut, et il se forme sous l'empire de la vie des composés chimiques que le laboratoire lui-même, quoique plus intelligent que la nature, est impuissant à réaliser. De plus, chaque être vivant est un ensemble isolé du monde entier, et, suivant la belle expression de la Bible, un tout ayant en soi *un germe de reproduction*. C'est là un caractère fondamental. Un jour que je faisais admirer à un penseur une locomotive où le moteur de Seguin pour la vapeur animait la mécanique non moins admirable de Stephenson : « Ne voilà-t-il pas, lui dis-je, un véritable animal travaillant pour l'homme et créé par lui ? » Le philosophe me répondit : « Il vous manque, pour rivaliser avec Dieu, de pouvoir établir un haras de locomotives ! » Il avait raison.

Parmi les données intéressantes que contient le livre de M. Flourens, on peut compter ce qu'il dit sur la perpétuelle variabilité des éléments qui composent un être vivant, en sorte que la plante et l'animal pourraient être considérés presque comme indépendants de leurs corps matériels. Nous n'avons pas à un âge avancé un seul atome des parties matérielles qui composaient notre corps dans la jeunesse. Nous avons à la lettre changé de corps, et même plusieurs fois. « Je crois l'avoir prouvé, dit le savant académicien, dans ces derniers temps par des expériences directes. » En effet, s'il est une partie dans le corps des animaux que l'on pût regarder comme fixe et invariable, ce sont assuré-

ment les os, et M. Flourens les a vus dans ses belles expériences former de nouvelles couches, perdre leurs anciennes, en un mot subir un incontestable et rapide renouvellement. *Tout change dans l'os pendant qu'il s'accroît ; toutes ses parties paraissent et disparaissent.* Après avoir cité les présomptions de Leibnitz, M. Flourens cite Voltaire : « Nous sommes, dit celui-ci, réellement et physiquement comme un fleuve dont toutes les eaux coulent dans un flux perpétuel. C'est le même fleuve par son lit, ses rives, sa source, son embouchure, par tout ce qui n'est pas lui ; mais changeant à tout moment son eau qui constitue son être, il n'y a nulle identité, nulle mêmeté pour ce fleuve. »

Chose incroyable, nous prenons Voltaire en flagrant délit de néologisme par ce mot de *mêmeté* qui peint du reste admirablement sa pensée. M. Flourens, qui a la modestie de ne citer ses travaux *démontrants* qu'après les idées de Leibnitz, de Voltaire et de Buffon, ne songeait pas sans doute à vérifier leurs conjectures vagues, quand il faisait ses belles recherches positives de physiologie expérimentale. Du moins, à l'époque où elles parurent, personne ne pensait à ces importantes conséquences, et l'on n'y voyait qu'une des grandes lois de la force vitale, laquelle a pu être traduite avec certitude depuis les travaux de M. Flourens par cette vérité : l'être vivant est indépendant de la matière qui constitue son corps, et la force vitale y substitue continuellement des matériaux nouveaux aux matériaux anciens. On trouve dans l'ouvrage de lord Brougham dont j'ai parlé récemment que pour cet esprit judicieux et profond le théorème physiologique démontré

par M. Flourens est une vérité connue et admise sans restriction. Suivant lui, un homme peut à sa mort avoir usé vingt ou trente corps différents. J'abandonne aux métaphysiciens toutes les inductions qui résultent de ce fait relativement à l'immatérialité du principe de l'intelligence dans l'homme.

Un mot encore sur la nature vivante. Si la vie de la plante est quelque chose d'indépendant de telle ou telle particule de la même matière et contient un principe tout à fait distinct, l'animal, par la *volonté*, l'*instinct*, le *sentiment*, contient un autre principe distinct lui-même de la vitalité organique, et l'homme, par *son intelligence*, *son âme*, principe encore tout à fait distinct, constitue un *quatrième règne*, assertion dont on m'a beaucoup loué et beaucoup blâmé, et qui ne m'appartient nullement, quoique je l'aie énoncée dès 1820 dans l'un des premiers numéros des *Archives de Médecine*, et en 1825 dans un discours de solennité publique.

Comme personne n'a étudié plus que M. Ville l'action de toutes les circonstances qui influent sur la vie et le développement de certaines classes d'êtres vivants, et que personne n'a mis en œuvre comme lui les moyens pratiques qui permettent de tenter de pareils essais, notre conférence fera comprendre ce qu'on peut espérer aujourd'hui touchant la possibilité de modifier les espèces actuelles et d'en produire d'autres, soit en revenant aux espèces passées *qui ont existé*, soit en essayant de produire des espèces qui n'ont point encore paru sur le globe. Je prie le lecteur de remarquer combien peu mon langage est affirmatif et combien peu je désire faire prendre pour des idées arrêtées des con-

sidérations d'une nature malheureusement encore trop conjecturale.

Voici ma conférence avec M. Ville.

Demande. — Peut-on croire qu'il y ait une filiation non interrompue entre les espèces actuelles et les espèces passées?

Réponse. — En nous en tenant aux faits, nous voyons nos espèces actuelles pendant leur développement embryonnaire reproduire sous nos yeux les formes des espèces fossiles et n'en différer qu'en ce point : à savoir, que les espèces fossiles se sont arrêtées à une certaine période de leur développement que nos espèces actuelles ont dépassée de manière à ne différer des anciennes que par un développement plus complet. Remarquez ces paroles expresses de M. Agassiz (1) : « C'est un fait que je puis maintenant proclamer dans la plus grande généralité, que les embryons et les jeunes de tous les animaux vivants, à quelque classe qu'ils appartiennent, sont la vivante image en miniature des représentants fossiles des mêmes familles. »

Demande. — Ceci, sauf la faculté de reproduction qu'il faut attribuer aux êtres vivants à chacune des phases d'arrêt de leur développement successif, concorde très-bien avec ce que l'expérience a fait constater sur les arrêts de développement qu'on a pu produire dans nos espèces actuelles. Indépendamment de tous les résultats admirables obtenus par Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire, je ne puis omettre la curieuse expérience de William Edwards, qui a empêché des têtards de se

(1) Citées dans *la Paléontologie* de M. Laugel.

convertir en crapauds ou en grenouilles, en les privant complétement d'air et de lumière. Ces têtards continuaient cependant à prendre de l'accroissement et de la force. Ils acquéraient à cet état un volume monstrueux, sans cesser d'être têtards et de vivre de la vie des poissons. S'ils se fussent reproduits par des œufs et du frai, ils auraient constitué une véritable espèce par un arrêt de développement. Il est donc permis de croire qu'au moyen des agents extérieurs on pourra modifier profondément nos espèces actuelles.

Réponse. — La question est trop générale pour que je puisse y répondre en restant dans le cadre de mes observations, qui n'ont point dépassé le règne végétal.

Demande. — Alors que pouvez-vous présumer de la vie végétale aux époques primitives du monde?

Réponse. — L'atmosphère n'avait certainement pas alors la même composition que de nos jours. L'acide carbonique y était en bien plus grande abondance, et j'en trouve la preuve dans ces dépôts de charbon et de lignite qui constituent des bancs si étendus dans les deux hémisphères, et que la végétation dans notre atmosphère actuelle serait impuissante à produire. Toutefois cette abondance d'acide carbonique ne peut seule rendre compte de ces végétations colossales. Il fallait nécessairement la présence d'un composé azoté autre que notre azote gazeux, et beaucoup plus assimilable. Il n'est pas douteux d'ailleurs que ces végétations primitives ne puisaient rien dans le sol, puisque celui-ci n'avait pu encore être fertilisé par des détritus de générations antérieures. Nous trouvons la confirmation de ce fait dans cette circonstance importante, que les végétaux pri-

mitifs avaient acquis un développemunt foliacé énorme, tandis que leurs racines étaient à l'état rudimentaire.

D'un autre côté, nous savons, car nous pouvons reproduire ceci à volonté, que dans un sol de sable calciné et parfaitement privé de tout détritus végétal on peut obtenir des végétations florissantes, si l'on ajoute à l'air un composé azoté tel que l'ammoniaque, accompagné d'un excès d'acide carbonique. En opérant ainsi et par la nutrition foliacée, je suis parvenu à pousser les dimensions de certaines plantes, et entre autres d'un caladium, bien au delà des limites ordinaires. Ainsi pas de doute : la végétation primitive s'opérait exclusivement aux dépens de l'atmosphère, et celle-ci avait une composition différente de celle de nos jours. Le composé azoté qui en faisait partie était-il de l'ammoniaque? Je l'ai cru pendant longtemps; mais depuis que j'ai reconnu que les nitrates dissous dans l'eau agissent comme le gaz ammoniaque, je n'ose me prononcer à cet égard, car si on réfléchit aux actions chimiques qui pouvaient se produire alors, notamment sous la puissante influence de l'électricité, on trouve à peu près autant de motifs pour admettre la formation des nitrates que celle de l'ammoniaque. Il est donc bien certain que l'atmosphère ou les eaux d'alors contenaient, au nombre de leurs principes constituants, une combinaison d'azote dont l'atmosphère et les eaux de nos jours sont dépourvues.

Demande. — Mais, puisque l'on peut déduire avec une certitude si inespérée les conditions qui ont présidé aux végétations primitives, ne pourrait-on revenir à la flore antédiluvienne en opérant sur les fougères, les prêles, les lycopodes, tous représentants dégénérés de ces

mêmes plantes si énormes aux premiers âges du monde?

Réponse. — Je n'y vois rien d'impossible, surtout en ajoutant aux éléments d'une atmosphère artificielle, composée d'après les conditions qu'on vient d'énoncer, les influences réunies de la chaleur et de l'humidité. Ce que j'ai déjà obtenu dans des serres soumises au *régime* combiné de l'acide carbonique et de l'ammoniaque me semble autoriser cette présomption.

Demande. — Je reviens aux animaux, et je demande pourquoi on ne tenterait pas de produire sur eux les transformations qui ne paraissent pas impossibles sur les plantes. Dans une atmosphère convenable, l'éclosion des œufs d'une fourmilière pourrait-elle produire autre chose que des fourmis? Même question par rapport au frai des poissons.

Réponse. — Je ne puis répondre à ces questions. Les fonctions des animaux inférieurs à l'époque de leur premier développement ne me semblent pas assez connues pour qu'on puisse tracer sans autre préparation le plan de l'expérience que vous demandez. En général, il vaut mieux opérer sur les plantes que sur les animaux, et voici pourquoi. Plus l'organisation d'un être vivant est simple, plus nous avons de prise sur lui. Ainsi il n'est pas douteux qu'on doit réagir au moyen d'une atmosphère artificielle plus profondément sur les plantes que sur les animaux. Chez ceux-ci, la nutrition présuppose une fonction antérieure qui en est indépendante, à savoir la respiration. Dans l'économie animale, l'air sert à l'assimilation des aliments, mais il ne nourrit pas par lui-même. La nutrition s'opère au moyen d'un organe spécial. Chez les plantes, nous ne trouvons rien

de semblable : ici en effet la respiration se confond avec la nutrition; l'atmosphère n'agit pas seulement en favorisant l'assimilation des aliments comme chez l'animal, l'atmosphère est elle-même l'aliment. La nutrition ne s'opère pas par un organe spécial, mais par tous les organes à la fois. Chaque cellule est un estomac sur lequel nous pouvons agir, et les actions intérieures à la suite desquelles un végétal croît et se développe sont infiniment plus simples que les actions correspondantes dont l'animal est le siége. Ces actions se rapprochent beaucoup plus de celles que nous produisons dans nos laboratoires, car le végétal se nourrit d'eau, d'acide carbonique, d'ammoniaque, d'azote, d'oxygène, de nitrates, toutes substances appartenant à la nature inorganique, qui n'ont subi aucune élaboration antérieure, et sur lesquelles la chimie est habituée à opérer. L'animal au contraire exige pour se nourrir une matière déjà organisée. Cette matière éprouve dans l'intérieur de ses tissus des transformations infinies, dont la succession mal connue échappe aux lois de la chimie, et sur la vraie cause desquelles on possède plus de présomptions que de preuves.

D'un autre côté, quelle disparate n'y a-t-il point entre les effets que nous pouvons produire sur les animaux et sur les plantes au moyen des agents impondérables ! Et pour n'en citer qu'un exemple, une élévation de température, qui est sans influence sur l'animal, imprime au contraire à la végétation une activité surprenante.

En présence de tous ces faits, il me paraît impossible de ne pas donner la préférence aux plantes pour tenter les expériences que vous demandez. Pour terminer et

pour conclure, s'agit-il de rechercher si les espèces animales changent ou ne changent pas sous l'empire des influences physiques, et si, après chaque révolution du globe, les générations nouvelles qui apparaissent sont le produit d'une création nouvelle, ou descendent des espèces antérieures? Je décline la responsabilité de tout plan d'expérience conçu en vue de décider ce point difficile de zoologie théorique. Pourtant, si nous nous en tenons aux faits, il est impossible de méconnaître l'importance de l'élément nouveau que M. Agassiz a introduit dans le débat, lorsqu'il a substitué à l'idée d'une espèce se changeant en une autre espèce l'idée de deux espèces différentes provenant de deux germes semblables, dont le développement aurait acquis des degrés différents par la seule action des influences extérieures, et j'avoue que lorsque nous voyons nos espèces actuelles repasser, à partir de la première évolution du germe, par toutes les phases d'organisation auxquelles les fossiles des mêmes familles se sont arrêtés, le doute me paraît encore moins fondé. Voilà de la théorie; mais quant à l'expérience, si l'on veut attaquer le problème, l'idée qui se présente à l'esprit, ce n'est pas de pousser nos espèces actuelles au delà de l'échelon auquel elles sont parvenues, mais d'arrêter l'embryon dans le cours de son développement, d'étendre, de généraliser l'expérience de William Edwards sur le têtard, expérience qu'à ma connaissance notre profond physiologiste M. Claude Bernard a reproduite et vérifiée.

Si des animaux nous passons aux plantes, la question change complétement d'aspect. Ce qui doit nous préoccuper, c'est bien moins de transformer une plante en

une autre plante que de reproduire, sur celles des plantes actuelles qui correspondent aux végétations primitives, un excès de développement qui les en rapproche, afin de pouvoir ensuite conclure de la similitude des effets à l'analogie ou à l'identité des causes. Le problème imposant dont nous entrevoyons alors la solution, c'est d'éclairer l'histoire physique de la terre par des expériences de physiologie, et de reconstituer ainsi la météorologie primitive du globe. J'hésite d'autant moins à vous soumettre ces vues nouvelles, auxquelles mes études sur la végétation m'ont conduit, que personne autant que vous ne pourra les contrôler et les introduire dans le domaine public de la science.

A part le compliment final, qui était d'obligation, on voit que le résultat de l'enquête consciencieuse à laquelle nous venons de nous livrer, c'est qu'il y a peu d'espoir d'arriver à changer artificiellement les espèces animales, bien que l'idée d'agir expérimentalement sur les embryons et les germes, de manière à les arrêter à diverses phases de leur développement pour reproduire les espèces fossiles, soit une vue importante qui mérite d'être signalée au physiologiste expérimentateur. Il va sans dire, et c'est là que gît la principale difficulté, qu'il ne suffit pas seulement d'arrêter un développement organique : il faut encore y joindre la faculté reproductrice pour compléter une espèce. Cette *sexualité* du reste, dans beaucoup de cas, semble bien accessoire. Pour de nombreux animaux, prendre ou ne pas prendre de sexe, c'est le résultat de circonstances des plus insignifiantes, et beaucoup d'insectes ne vivent que très-peu

de temps à l'état d'animaux reproducteurs. Ainsi *un simple plan pour tenter une expérience dont nous ne prévoyons pas l'issue, voilà tout ce que nous pouvons donner au lecteur sur cette question de la permanence ou de la variation des espèces animales, tant controversée depuis le commencement de ce siècle.*

Cette étude n'aura pourtant pas été sans utilité : elle nous montre comment la voie rigoureuse de l'expérience peut à l'improviste nous ouvrir des perspectives nouvelles. En essayant les divers moyens d'agir sur les plantes, M. Ville se trouve conduit à la possibilité de reconnaître quelle était primitivement la composition de l'atmosphère terrestre, résultat qui, obtenu par des expériences bien coordonnées, serait l'une des plus belles conquêtes de la science moderne, et c'est, à mon avis, une de celles qu'un avenir prochain doit réaliser.

A tout prendre, il est vraiment fâcheux que la science réponde à l'imagination par une négation presque absolue. Il eût été si beau de se figurer la création se modifiant à volonté sous l'empire du génie de l'homme ! Il y a loin de nos tristes *positivités* scientifiques aux jeux brillants de l'imagination, qui nous montrait pour les âges futurs de notre monde terrestre la naissance d'un être plus parfait que l'homme, et qui serait à celui-ci ce que l'homme est aux animaux. On avait parlé d'un être qui aurait d'autres sens que nous, et par exemple qui pourrait *voir* dans les corps au moyen de l'électricité. Cette idée se rattachait un peu aux curieux phénomènes du somnambulisme et du magnétisme animal ; mais l'homme, malgré sa supériorité sur la brute, n'a point de sens que l'animal ne possède. Ainsi l'ana-

logie nous fait défaut dans cette conjecture. On avait présumé que cet être supérieur pourrait agir sur la matière et commander aux êtres matériels de se mouvoir sans les toucher. A cela on répond que l'homme, pas plus que le chien, ne peut déplacer un corps pesant sans agir mécaniquement sur lui. On a parlé de prescience de l'avenir, de science infuse, de communication directe avec la Divinité; que sais-je? on a même entrevu une petite délégation de la puissance créatrice!... Je ne conclus pas. Je laisse le champ libre à l'imagination des métaphysiciens.

(Juin 1856.)

DES EAUX MINÉRALES

ET DE

LA CHALEUR CENTRALE DE LA TERRE.

de Paris et les charmes de la mer et des montagnes. Ils remplissent à peu près le même cadre annuel que les heureux qui ont à la fois l'aisance et l'indépendance absolue. On peut regarder cette distribution de temps comme un type indiqué par l'hygiène autant que par les agréments qui en sont l'accessoire. A la vérité, on reproche à juste titre aux Français d'être trop sédentaires, de ne pas voyager assez, même dans leur propre pays, et surtout depuis que le transport rapide sur les voies ferrées a réduit à peu d'heures le parcours des plus grandes distances du territoire, en même temps qu'il a diminué dans une notable proportion et la fatigue du chemin et les dépenses de comfortable nécessaires. C'est à l'attrait des eaux minérales, des plages maritimes commodes pour les bains, que sont dus à peu près tous les voyages qu'entreprennent les familles des grandes villes françaises, lorsqu'elles consentent à sortir de leur villégiature et de leur vie de château.

D'année en année cependant, on voit s'établir de plus en plus la conviction que pour former l'esprit des jeunes gens des deux sexes rien n'est plus utile que des excursions un peu étendues, telles que le parcours des sites qui bordent le Rhin, une visite aux vallées et aux montagnes de la Suisse, avec le Rhône depuis le lac de Genève jusqu'à son embouchure. On peut encore explorer le littoral de Marseille et celui de la côte maritime de France jusqu'à Perpignan et à l'Espagne, aborder sur plusieurs points des Pyrénées et de tout le littoral de l'Atlantique, qui baigne la France occidentale. Les paysages des Vosges, riches d'une si grande variété d'arbres et de sites gracieux, seraient, étant mieux connus,

des promenades qui ne le céderaient en rien aux excursions les plus pittoresques, surtout à une époque où le goût des arts du dessin a fait de si nobles progrès dans toutes les classes de la société et a contribué à faire mieux apprécier les beautés de la nature. Je ne dis rien des montagnes d'Auvergne, chantées en vers par Fénelon, et de la chaîne centrale de la France, qui offre au touriste comme au naturaliste un résumé de tout ce que l'amateur le plus exigeant peut souhaiter ou même imaginer de plus varié et de plus grandiose.

Sans doute, me dira-t-on, l'époque de l'année est bien choisie pour parler de voyages de santé, de bains, d'eaux minérales, d'établissements thermaux, au moment même où chacun fait ses plans de *saison d'eaux* pour les mois de juillet, d'août et de septembre, lesquels possèdent exclusivement le privilége des voyages commandés soit par l'hygiène qui prévient les maladies, soit par la thérapeutique qui y porte remède; mais, encore une fois, qu'y a-t-il de scientifique dans une excursion aux sources minérales des Pyrénées, du Mont-Dore, des bords du Rhin, de l'Allemagne, de la Suisse et de la Savoie, ou enfin à ce vaste dépôt d'eaux vraiment minérales qu'on appelle l'Océan, et qui occupe les trois quarts de la surface du globe terrestre?

Tout au contraire est scientifique, et, comme diraient les Anglais, *hautement scientifique* (*highly scientific*), dans la nature, l'origine, la composition, la situation géographique, enfin le mode d'action des eaux minérales. J'ai déjà montré dans ces *Études* comment la physique et la chimie de l'intérieur de notre terre se trouvent liées à ces sources *miraculeuses*, suivant l'expression

de Delille (1). Tandis que le minéralogiste va chercher dans le sein de la terre les riches trésors des mines de métaux et de combustibles, la nature, par un mécanisme simple et non moins admirable, fait sortir des mêmes localités, avec les eaux thermales, de vraies mines de santé, non moins précieuses que celles dont le produit s'évalue par millions tant pour les produits immédiats que pour les auxiliaires fournis à la puissance industrielle.

Si je parle de la chaleur centrale du globe à propos des eaux thermales, je m'attends qu'on va crier à la redite. Je prie cependant le lecteur de considérer qu'il n'en est point des notions de la science comme des créations de la poésie et de l'imagination. On a pu noter toutes les répétitions d'images et de vers entiers qu'Homère a laissé échapper dans ses vastes compositions. Chaque auteur a, pour ainsi dire, des mots, des expressions qu'il emploie de préférence, et qu'on a désignés sous le nom de mots ou d'idées parasites. Je n'ignore pas que la Bruyère regarde comme le signe d'un esprit vieillissant ces redites des mêmes idées et des mêmes anecdotes devant les mêmes personnes; mais quand il s'agit des causes assignées par la science, il est impos-

---

(1) Dans le tableau un peu prétentieux que Delille trace de l'animation qui règne aux eaux, se trouvent ces deux vers, curieux comme exemple de tautologie :

Plus la foule est nombreuse, et plus elle est active ;
L'un vient et l'autre part, l'un part et l'autre arrive.

(*Les Trois règnes*, livre 3.)

sible de ne pas invoquer plusieurs fois les mêmes principes de la physique du globe. Objectera-t-on à un mathématicien qu'il a tort de se servir fréquemment de l'indispensable théorème relatif au carré de l'hypoténuse, parce que ce principe géométrique a été trouvé par Pythagore cinq ou six siècles avant notre ère?

Avant d'arriver toutefois aux questions de physique soulevées par les eaux minérales, j'ai à dire un mot des questions d'hygiène, à propos d'un livre qui passe en revue toutes les circonstances où les eaux diverses peuvent être utiles à la santé, et toutes les maladies que chacune est appelée à guérir ou à prévenir. L'influence du voyage, du site, de l'air de la contrée, de la société même, est prise en considération par l'auteur, qui, en vrai *spécialiste*, n'a épargné aucuns frais de voyages, d'observations, de consultations locales, de tableaux statistiques, pour connaître ce qu'on doit attendre des sources minérales de la France, de la Belgique, de l'Allemagne, de la Suisse, de la Savoie et de l'Italie, en même temps qu'il a étudié les effets des bains de mer et de l'atmosphère maritime (1). Les ingrédients chimiques de chaque source, sa chaleur plus ou moins grande,

(1) Après les considérations générales sur la nature et l'emploi des eaux, on trouve dans l'ouvrage de M. Constantin James la liste complète des eaux de France et des pays voisins, avec des descriptions topographiques et des gravures pittoresques qui donnent une idée ou un souvenir des localités médicales. Il y a là un travail considérable et profond; il n'y manque pas même l'indication des voies qui conduisent à chaque source minérale. Les meilleures analyses chimiques sont citées dans ces utiles monographies.

son emploi comme bains ou comme boisson, le traitement auxiliaire qui doit rendre efficace l'action des eaux sur l'organisme, la préparation au voyage, puis, au retour, la suite à donner au traitement local pour confirmer les résultats obtenus, tout est examiné avec les lumières propres à un observateur qui a vu lui-même, et avec les notions obtenues soigneusement des médecins de chaque localité et des auteurs qui ont traité le sujet en général. On connaît le vieux proverbe latin : *Cave ab homine unius libri* (ne vous compromettez pas avec un homme qui ne lit qu'un seul livre); on pourrait louer de même le docteur qui *n'écrit qu'un seul livre*. Dans la science, comme dans l'industrie, la perfection n'appartient qu'aux *spécialistes*. Je regrette que ce mot soit un néologisme, mais il exprime si bien une pensée vraie, qu'il ne périra pas. Buffon a dit que le génie n'était que la patience. Cela est vrai en ce sens qu'on n'a la patience pour un travail parfait que quand on a le génie qui donne cette perfection.

L'antiquité la plus reculée a connu les bains d'eaux minérales, et même les bains médicinaux. Plusieurs auteurs grecs, et notamment Paléphate, explique les succès de Médée, si habile à rajeunir les vieillards, par l'emploi de bains doués d'une grande vertu médicale. Ils regardent cette princesse comme l'inventeur des bains artificiels, que les Grecs et surtout les Romains avaient fait entrer dans leur régime de vie, et qui n'ont pris rang que depuis peu d'années dans l'hygiène de l'Europe occidentale. On peut dire des Romains qu'ils recherchaient avec passion toutes les eaux minérales, et il n'est presque aucune source un peu efficace près de

laquelle ils n'aient laissé les ruines de quelque construction attestant l'usage qu'ils en faisaient en bains, en breuvages, en étuves. Dans tous leurs établissements militaires, même de second ordre, le théâtre et les thermes étaient indispensables, et par l'usage des bains ils semblent avoir bravé le climat de l'Afrique et celui de l'Égypte aussi bien que les climats du Nord. Aujourd'hui beaucoup de médecins célèbres regardent l'hygiène des thermes comme devant entrer dans le régime des soldats, quand ils occupent pour plusieurs années des pays dont le climat diffère beaucoup de celui de leur pays natal. On a, par exemple, proposé ce régime pour remédier à la consommation immense de soldats que fait l'Angleterre dans les nombreuses stations qu'elle occupe militairement sur la terre entière.

L'action occulte des eaux minérales est un des points traités dans le livre qui nous occupe. Riche d'observations propres, l'auteur sait, quand on peut savoir; il sait douter dans les cas incomplétement observés; enfin il avoue son ignorance, ou plutôt celle de tout le monde, quand la science n'a point encore rendu ses oracles. Ainsi la classification des eaux minérales d'après leurs ingrédients chimiques semble très-naturelle et très-facile. Les eaux sulfureuses, les eaux ferrugineuses, les eaux alcalines ou salines, les eaux acides ou gazeuses, voilà quelque chose de clair et d'aisé à retenir. Eh bien, l'expérience a prouvé que les maladies qui trouvent dans telle source une guérison ou un préservatif ne sont pas toujours en rapport avec la nature chimique de l'eau de cette source. Il faut donc énumérer chaque maladie et écrire à côté le nom de toutes les sources qui se sont

trouvées salutaires pour ce genre d'affection morbide. Le tableau dressé par M. Constantin James des maladies et des eaux qui sont spécifiques pour chaque cas est une véritable consultation préalable offerte au malade et soumise à l'appréciation du médecin.

Tous ceux qui, même de loin, ont suivi les progrès de la physiologie, que l'on pourrait définir la science de la vie, savent combien est délicate la partie de la médecine qui a trait à l'emploi de tel ou tel remède, et combien on risque de contrarier la nature en croyant l'aider. On cite l'exemple d'un célèbre chimiste qui, ayant voulu traiter son estomac comme un vrai laboratoire, faillit compromettre son existence. S'il avait une aigreur d'estomac, vite il avalait des substances alcalines. Si au contraire il présumait que cet organe fût trop alcalin, il faisait usage de boissons acides. De même l'humide était combattu par le sec et le sec par l'humide. L'asthénie présumée l'était par des toniques, et un état d'excitation par des calmants appropriés. Or, si l'on admet avec tous les physiologistes que la nature organique tend vers un état de santé et obvie naturellement aux petits dérangements qui peuvent survenir, il est évident qu'en s'opposant continuellement à ce que veut faire la nature, on l'empêche de mettre en usage ses moyens habituels de guérison ou de conservation, et que l'on crée un état fort périlleux pour l'organisme, réduit à l'impuissance. C'est ainsi par exemple que, dans certains cas où la fièvre est un moyen de guérison employé par la nature, on tue le malade en combattant cette fièvre salutaire. Les médecins, on le voit, et M. Constantin James le professe hautement, ne sauraient appor-

ter trop de prudence dans les conseils qu'ils donnent relativement à l'usage des eaux. On doit les louer surtout quand ils savent dire ce qu'il ne faut pas faire : conseiller ce qui doit être fait quand il est nécessaire d'agir est certainement bien plus aisé. Tous les logiciens savent combien les notions négatives sont plus pénibles à acquérir que les notions positives. Rien de plus simple que de prouver un fait, mais prouver qu'un fait n'a pas eu lieu est bien autrement difficile.

Une carte indiquant pour la France et les pays adjacents toutes les stations médicales est jointe à l'ouvrage sur les eaux minérales ; elle aurait pu devenir, avec de légères modifications, une importante carte géologique, indiquant dans quelles localités l'eau pénètre pour se réchauffer jusqu'à une grande profondeur dans les entrailles de la terre au travers de couches disloquées par les catastrophes primitives du monde, et aussi quelle est la nature des terrains traversés par les eaux d'après les substances qu'elles dissolvent dans les parties profondes du sol. Il eût été bon d'avoir sur cette carte une indication particulière qui distinguât les sources froides des sources chaudes ou thermales ; mais c'est ce que le lecteur peut noter facilement lui-même avec un crayon ou une encre de couleur. C'est principalement dans le voisinage des anciens volcans éteints que se rencontrent les eaux thermales. On peut tirer de la haute température de ces eaux la preuve que l'état actuel du globe est fort récent, car, s'il était ancien, il est évident que ces sources auraient fini par refroidir leurs bassins et les lits par lesquels elles s'écoulent : elles n'auraient plus ces degrés étonnants de chaleur qui

se rapprochent de ce que l'eau peut atteindre de plus élevé en température.

C'est une opinion assez répandue que l'efficacité des sources minérales est due principalement à la salubrité du site, aux distractions d'un voyage et d'un séjour agréables, où la santé est *contagieuse* comme ailleurs la maladie. L'auteur du *Guide aux Eaux minérales* sait faire la juste part de ces influences salutaires au physique comme au moral. Volney, dans la préface de son célèbre *Voyage en Orient*, a très-bien indiqué combien il est favorable à l'homme social, agité par tant de passions naturelles et artificielles, de s'assurer un temps de repos, d'oubli momentané, qui puisse endormir ou même cicatriser les plaies de l'âme. Je trouve dans ma mémoire, *sans certificat d'origine*, cette pensée bien vraie, que pour les malheureux, naturellement un peu misanthropes, les voyages sont une *distraction dans la solitude*. Ajoutons que pour les bons esprits il y a non-seulement distraction à attendre des voyages, mais bien encore instruction réelle. D'après la Fontaine,

> Quiconque a beaucoup vu
> Peut avoir beaucoup retenu.

Une fois cette part faite à ce qui n'est pas l'action thérapeutique de la source minérale que l'on va chercher, il est aisé de prouver jusqu'à l'évidence que les eaux minérales ont une efficacité bien réelle attestée par les animaux eux-mêmes, pour lesquels on ne peut pas invoquer l'influence de l'imagination. Près de plusieurs sources minérales, et notamment au Mont-Dore, j'ai pu observer combien les bestiaux de toute espèce

sont avides de ces eaux. A la gare de Saint-Ouen, près de Paris, les eaux sulfureuses des puits artésiens sont de même fort du goût des bœufs et des chevaux en dépit des beaux vers de Virgile sur les *fontaines pures* où s'abreuvent, suivant lui, ces animaux avec délices :

Pocula sunt fontes liquidi.

Mais j'ai déjà prévenu mes lecteurs que la science positive avait un compte à régler avec les faiseurs de couleur locale.

J'arrive maintenant à la théorie physique et chimique des eaux minérales, chaudes ou froides, et de celles de la mer. Il est évident que ces dernières sont le résultat du lessivage des terres par les eaux de l'Océan et que les pluies qui coulent à la surface et sous le sol des continents continuent à porter à la mer le reste des sels solubles contenus dans les terrains que lavent ces eaux courantes. La salure des grands océans est à peu près uniforme, mais dans les mers limitées cette salure peut être plus ou moins grande, suivant la quantité des eaux fluviales que reçoit le bassin de chaque mer et l'évaporation qui enlève l'excédant de ce qui forme le régime définitif de ce bassin. Ainsi la Baltique et la mer Noire sont moins salées que l'Océan, et la Méditerranée l'est davantage. Le degré de salure de cette dernière mer doit augmenter continuellement, car elle reçoit des eaux de tous côtés sans en verser dans aucun autre bassin. Par la même raison, la mer Noire, qui ne reçoit que de l'eau douce et qui épanche son trop-plein par le Bosphore, va continuellement en diminuant de salure. Si l'on prend le nombre 28 millièmes pour la salure de

l'Océan, on aura le nombre 30 pour la Méditerranée et seulement le nombre 14 pour la mer Noire. Cette mer est donc déjà à demi dessalée. Le lac ou mer de Baïkal dans la Tartarie l'est complétement, et offre des eaux aussi pures que celles des grands lacs du Canada; mais de plus nous avons dans le lac Baïkal la preuve qu'il était salé autrefois par les phoques, les esturgeons, les éponges qui vivent dans ses eaux, et qui se sont, chose merveilleuse, pliés peu à peu à un changement de régime aussi violent que le passage de l'eau salée à l'eau douce (1). Par contre, les petites mers ou lacs méditerranéens, comme la mer Morte, le lac d'Ourmiah, le lac Elton, qui sont le résidu de vastes nappes d'eaux salées évaporées presque à siccité, sont horriblement salés. La mer Morte l'est non-seulement par le sel ordinaire de l'Océan, mais bien encore par d'autres substances salines, plus corrosives que le sel marin. On s'explique la grande concentration des eaux de cette mer par cette circonstance que son bassin est de plus de 400 mètres au-dessous des eaux de la Méditerranée, et que, pour se réduire au niveau actuel, il a fallu que l'évaporation lui enlevât une couche fort épaisse d'eau de mer, laquelle, en abandonnant tous les sels qu'elle

---

(1) Par une incroyable distraction, Mme Somerville appelle la mer de Baïkal un lac salé, *salt lake;* c'est de l'eau pure comme de l'eau distillée et filtrée. Je pense qu'avant peu nous verrons les phoques d'eau douce du Baïkal se jouer dans les lacs du bois de Boulogne. Le phoque est un animal intelligent, gai, très-éducable et à demi amphibie; Homère et Virgile lui ont consacré plusieurs vers.

contenait, a laissé pour résidu une mer ou plutôt un fond de mer qui est un vrai mélange chimique très-concentré. En un mot, l'eau n'y est qu'accessoire, et souvent même le fond est tapissé de plaques salines. Le lac Elton est encore un peu plus salé que la mer Morte, mais le sel en est pur et employable aux besoins de l'homme. L'exploitation de ce bassin constitue une source de richesse pour la Russie : plus de la moitié du sel qui se consomme dans ce vaste empire provient du lac Elton, et il est versé dans le commerce par la navigation remontante du Volga. Au reste, en comparant l'eau de mer et la quantité de sel qu'elle contient avec ce qu'en contiennent plusieurs sources minérales, de celles qu'on désigne sous le nom de sources salées, on en conclut que les eaux de l'Océan sont très-fortement minérales. Aussi agissent-elles énergiquement sur l'organisation de plusieurs malades, soit à chaud, soit à froid, comme bains, mais jamais en breuvage.

La seconde classe d'eaux minérales, ce sont les eaux froides qui rapportent du sein de la terre une grande variété de substances chimiques, quoique jusqu'à présent du moins aucun des corps nouveaux trouvés par la chimie moderne n'ait eu pour origine l'analyse des eaux minérales. L'iode et le brome, qui ont été reconnus dans certaines sources, avaient déjà été découverts dans l'eau de mer par MM. Courtois et Balard. C'est du reste une voie ouverte encore aux analystes de précision que l'étude des produits singuliers de certaines sources minérales, tels par exemple que l'acide crénique, la barégine et la sulfuraire. J'ai reconnu aussi de singuliers dépôts dans les eaux des Pyrénées-Orientales. Toute la chi-

mie des substances solubles que renferme le sein de la terre est évidemment dans les eaux froides ou thermales qui nous en ramènent pour ainsi dire des échantillons. Jusqu'ici cette chimie, aussi bien que la chimie de l'atmosphère, des eaux et des continents antédiluviens, a peu appelé l'attention des corps savants et des travailleurs isolés. C'est là pourtant un beau sujet de spéculations et de recherches expérimentales. Qu'on se figure ce que devait être l'atmosphère de la terre dans les temps primitifs, où sa chaleur ne permettait pas aux eaux de reposer sur sa surface, et où mille substances métalliques, carbonifères, azotées, hydrogénées, étaient à l'état volatil constant. Que de points curieux à éclaircir, et combien doivent se tranquilliser les esprits inquiets qui nous engageraient naïvement avec Pline à laisser, par pure charité, quelque chose à faire à la postérité!

Un autre titre des eaux thermales à l'attention des physiciens, celui qui est le plus curieux à constater; c'est qu'on y peut voir des témoins irrécusables de la chaleur centrale de notre planète. Tout le monde sait maintenant que pour chaque profondeur de 30 mètres on trouve la terre plus chaude d'un degré centigrade, en sorte que vers 3 kilomètres de profondeur on aurait plus que de l'eau bouillante. Déjà vers 550 mètres le puits artésien de Grenelle a ramené des eaux tièdes, et juste au degré prévu par les sondages thermométriques de M. Walferdin; il n'y a donc point à s'étonner que dans les terrains forts accidentés, où les couches rocheuses du sol sont très-disloquées et présentent des cavités profondes aux eaux souterraines, celles-ci, en s'infiltrant à de grandes profondeurs, rencontrent des cavités

à parois naturellement très-chaudes, qui, étant remplies jusqu'au bord supérieur, reçoivent des ruisseaux d'eau froide qui tombent au fond en faisant déborder l'eau chaude, beaucoup plus légère. Il est donc assez probable que les substances chimiques rapportées par les eaux thermales viennent d'une profondeur plus grande que celles qui remontent avec les eaux froides. Depuis que j'ai indiqué à mes lecteurs les profondeurs de la terre comme une véritable source ou usine de chaleur, j'ai appris que l'idée d'exploiter thermométriquement l'intérieur de la terre s'était déjà présentée à deux industriels étrangers l'un à l'autre, et je leur restitue bien volontiers leur initiative d'inventeurs, à la condition cependant qu'ils ne me forceront pas à prendre des actions dans leur future société. Sérieusement parlant, c'est encore par les puits artésiens seuls que l'on peut extraire économiquement la chaleur souterraine avec l'eau comme auxiliaire, laquelle a par elle-même une grande valeur. C'était la pensée inflexible d'Arago, qui, dans le conseil municipal de Paris, s'écriait à chaque profondeur de 100 mètres atteinte sans obtenir de l'eau : « Tant mieux ! nous en aurons de plus chaude ! » — « Ce que j'admire le plus dans votre beau puits foré de Grenelle, me disait lord Brougham, ce n'est pas l'art du sondeur qui a été vraiment merveilleux, mais bien la persévérance par laquelle on est arrivé à un si étonnant résultat. » Maintenant la merveille de ce puits est oubliée, et la société, ingrate et distraite, tend de nouveau la main à la science en lui disant : Encore.

Les eaux des puits artésiens très-profonds sont thermales, c'est-à-dire chaudes, mais elles ne sont pas pour

cela minérales, c'est-à-dire chargées de substances chimiques. L'eau du puits de Grenelle, qui nous arrive après un filtrage souterrain que M. Walferdin a reconnu être de plus de 120 kilomètres, est surtout remarquablement pure. Il est inconcevable que les Parisiens s'obstinent à boire les eaux plâtrées de leur banlieue, tandis qu'ils ont dans les eaux du puits de Grenelle une eau d'une exquise pureté. Au reste on n'a pas plus utilisé cette eau pour sa chaleur que pour sa qualité, et les rues du quartier de l'Observatoire sont lavées par cette précieuse eau thermale, tandis que les eaux séléniteuses d'Arcueil et du canal de l'Ourcq servent à la boisson d'une notable partie de la capitale. Je reviendrai un jour sur les travaux de M. Belgrand, relatifs aux eaux du bassin de la Seine.

Je terminerai par une considération relative à la conservation de l'eau à la surface de la terre. Il est évident que la chaleur interne de la terre s'oppose à toute déperdition des sources par voie souterraine, car dès que l'eau arrive à 3 ou 4 kilomètres de profondeur, elle y trouve un sol incandescent qui la renvoie bien vite en haut après l'avoir réduite à l'état de vapeur. Et qu'on ne croie pas que la force de la vapeur soit insuffisante pour opérer cette ascension : elle brise souvent des vases dont la résistance est bien supérieure au poids des colonnes d'eau qui atteindraient la profondeur où la terre est brûlante.

Je n'ai point trouvé dans l'ouvrage si complet de M. Constantin James la mention de certaines eaux minérales qui viennent sourdre à la côte, au bassin d'Arcachon, près de la Teste, et qui sont devenues légère-

ment sapides en passant sur des débris de sapins fossiles. Les anciens, qui mettaient des pommes de pin dans leur vin au moment de la fermentation, auraient trouvé sans doute ces eaux minérales de leur goût, et tout le monde sait qu'une grande partie de la qualité des eaux-de-vie de Cognac est due à la substance résineuse qu'elles empruntent aux futailles qui les contiennent. Dans plusieurs cas, au reste, je pense que des eaux minérales artificielles, chargées d'électuaires à la dose convenable, seraient très-salubres, et surtout dans les pays chauds.

La conclusion de ces remarques, c'est qu'on doit considérer le livre de M. Constantin James comme une mise en communauté de toutes les notions médicales que l'auteur a recueillies sur l'action des eaux minérales de toute sorte, et qu'il n'a point voulu se réserver en propriété exclusive, puisque son livre est adressé aux médecins comme aux malades. J'ai entendu citer l'envie comme une passion *de première qualité* chez les médecins, *invidia medici,* comme on citerait une peste d'Égypte ou une fièvre jaune des Florides. L'auteur du *Guide aux eaux minérales* paraît au-dessus de semblables préoccupations. Il fait part sans réserve de tout ce qu'il sait à ses confrères. La santé a été justement définie un bien dont on ne connaît la valeur que quand on ne le possède plus : nous croyons que tous les hommes prévoyants accueilleront avec plaisir des travaux qui ont pour but la conservation tout autant que le rétablissement de la santé, puisque c'est en même temps comme préservatif, ou techniquement comme prophylactique, que l'action des eaux s'exerce utilement. Quant aux attentions qu'on devrait avoir et qu'on n'a guère

pour la conservation de la santé, que l'on me permette de citer ce trait d'un de mes amis qui l'an dernier échappa à la mort au moyen d'un voyage aux eaux d'Allemagne. C'est un optimiste quand même. Il verrait crouler le système du monde, qu'il crierait : Bravo! Je le félicitais d'avoir échappé à une mort presque certaine, et je lui conseillais d'oublier ce malheur heureusement évité. Il me répondit : « Que parlez-vous de malheur et d'oubli? Je suis au contraire enchanté d'avoir été dangereusement malade. Tous les matins je me félicite de me voir bien portant, et je connais maintenant tout le prix de la santé. » C'était vraiment très-philosophique, mais il joignait à sa philosophie les conseils d'un excellent médecin, ce qui était très-prudent. De même que les meilleures lois sont celles qui préviennent le crime et non celles qui le punissent, de même le meilleur régime est celui qui préserve de la maladie, et non pas celui qui en opère tardivement la guérison. Avis au lecteur!

(Juillet 1856.)

FIN DU QUATRIÈME VOLUME.